Сарафанова Л.А.

Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы.

Изд-во «Профессия»
2007г.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 7
ЧАСТЬ 1 8
Применение пищевых добавок при переработке мяса, птицы, рыбы и морепродуктов
1.1. Увеличение выхода и улучшение консистенции
Влагосвязывающие агенты
Эмульгаторы
Наполнители
1.2. Стабилизация и улучшение цвета 38
Стабилизаторы/фиксаторы окраски
Интенсификаторы окраски
Отбеливатели
Пищевые красители
Натуральные (природные) красители
Неорганические (минеральные) красители
Синтетические красители
1.3. Улучшение вкуса и аромата 56
Ароматизаторы
Экстракты специй (маслосмолы) и эфирные масла
Усилители (модификаторы) вкуса и аромата
Заменители соли
1.4. Замедление порчи, увеличение сроков годности 67
Пищевые консерванты
Пищевые антиоксиданты и синергисты антиоксидантов
Защитные газы (регулируемая газовая среда)
Антислеживающие агенты
Пленкообразователи

1.5. Ускорение и облегчение ведения технологических процессов 93
Регуляторы кислотности/интенсификаторы созревания
Носители, растворители, разбавители
1.6. Вспомогательные вещества 94
Экстрагенты
Охлаждающие и замораживающие агенты
Вещества, способствующие жизнедеятельности полезных микроорганизмов
Ферменты и ферментные препараты
ЧАСТЬ 2 103
Особенности применения пищевых добавок в производстве отдельных видов продукции из мяса наземных животных и птицы
2.1. Полуфабрикаты из мяса наземных животных и птицы 103
Увеличение выхода, улучшение консистенции
Стабилизация и улучшение окраски
Улучшение вкуса и аромата
Увеличение сроков годности
2.2. Колбасные изделия (кроме студней и зельцев) 107
Основные стадии технологического процесса
Увеличение выхода, улучшение консистенции
Стабилизация и улучшение окраски
Улучшение вкуса и аромата
Увеличение сроков годности
Ускорение и облегчение ведения технологических процессов
2.3. Солено-копченые мясные продукты 126
Основные стадии технологического процесса
Увеличение выхода, улучшение консистенции
Сухой способ
Влажный способ
Стабилизация и улучшение окраски
Улучшение вкуса и аромата
Увеличение сроков годности
2.4. Мясные студни и зельцы 136

Основные стадии технологического процесса

Особенности использования пищевых добавок

2.5. Мясные консервы 138

ЧАСТЬ 3 139
Особенности применения пищевых добавок в производстве продукции из рыбы и морепродуктов

3.1. Рыба и морепродукты охлажденные, замороженные 139

3.2. Рыба соленая, вяленая, сушеная и копченая 144

3.3. Рыбные пресервы и консервы, включая икру 148

3.4. Рыбные фарши и пасты, рыбные фаршевые полуфабрикаты, рыбные аналоги 152

ПРИЛОЖЕНИЯ 158
Приложение 1 158
Классификация, вопросы безопасности и общие рекомендации по выбору пищевых добавок

Классификация

Метаболизм

Контроль токсикологической безопасности пищевых добавок

Общие рекомендации по выбору пищевых добавок

Приложение 2 167
Приготовление растворов популярных пищевых добавок
Приготовление водных растворов синтетических красителей [125]

Приготовление растворов эфирных масел в растительном масле [125]

Приготовление дисперсий экстрактов в растительном масле

Приготовление водных растворов консервантов [125]

Приготовление масляных растворов жирорастворимых антиокислителей

Приложение 3 171
Приготовление рассола для шприцевания

Расчет состава[168]

Пример расчета

Описание процесса

Приложение 4 173
Примеры рецептур основных видов мясных и рыбных изделий

Колбаса вареная русская высшего сорта [10, 133]

Свинина сырокопченая в кусках высшего сорта [133]

Приложение 5 186
Измерение цвета: система L*-a*-b*
Приложение 8 190
Состав вкусо-ароматической части некоторых ароматизаторов — заменителей вкусо-ароматических веществ, популярных в мясной и рыбной промышленности пряностей (по [24])
Приложение 9 191
Коэффициенты пересчета для нитритов, нитратов, сорбатов, бензоатов, «парабенов», фосфатов, лимонной кислоты и натриевых солей аскорбиновой, изоаскорбиновой и дегидрацетовой кислот (по [37] (прил. 10) и [123])
Приложение 10 193
Пороговые значения активности воды для некоторых микроорганизмов, встречающихся в пищевых продуктах [179]
Приложение 11 195
Допустимые уровни содержания биологически активных веществ в пищевых продуктах при использовании ароматизаторов и экстрактов из растительного сырья (по [37], прил. 3, раздел 3.17)
Приложение 13 198
Методы определения уротропина в икре (по [1], п. 5.6)
Методы определения уротропина
Определение уротропина (гексаметилен-тетрамина) титрованием
Определение уротропина (гексаметилен-тетрамина) колориметрическим методом
Приложение 14 204
Определение сорбиновой кислоты в икре колориметрическим методом (по [1], п. 5.7)
Определение сорбиновой кислоты колориметрическим методом
Сущность метода
Приготовление реактивов
Приготовление вытяжки из икры
Проведение анализа
Построение градуировочного графика
Обработка результатов
Приложение 15 207
Определение перекисного числа рыбных жиров (по [1], п. 7.12)
Определение перекисного числа
Сущность метода
Аппаратура, материалы и реактивы
Проведение анализа

Обработка результатов

Приложение 16 210
Методы определения йодного числа рыбных жиров (по [1],. п. 7.11)
Методы определения йодного числа

Определение йодного числа титрованием с использованием йодно-ртутного раствора (применяется при разногласиях в оценке качества продукта)

Сущность метода

Определение йодного числа титрованием с использованием солянокислого раствора хлористого йода

Приложение 17 213
ГОСТ 11254-85. Жиры животные топленые и мука кормовая животного происхождения. Методы определения антиокислителей
ОТБОР ПРОБ

ПОДГОТОВКА К АНАЛИЗУ

Приложение 18 231
Определение прочности студня
Определение прочности желатинового студня на приборе Блума [87]

Приложение 19 235
ГОСТ 29299-92. Мясо и мясные продукты. Метод определения нитрита
Приложение 20 240
ГОСТ Р 51197-98. Мясо и мясные продукты. Метод определения глюконо-6-лактона
Литература 247

ПРЕДИСЛОВИЕ

Специфика рынка пищевых добавок для мясо- и рыбопереработки заключается в ограниченном предложении индивидуальных и огромном количестве торговых марок комплексных пищевых добавок. С одной стороны, это позволяет экспериментировать и практически неограниченно расширять ассортимент выпускаемой продукции. С другой стороны, комплексные добавки отучают самостоятельно думать и комбинировать индивидуальные добавки. Кроме того, замену индивидуальной добавке найти легко, а комплексной — уже гораздо сложнее. Это ведет к опасной зависимости изготовителя мясной и рыбной продукции от поставщика комплексной добавки.

В предлагаемой книге автор предоставляет технологам мясо- и рыбоперерабатывающей промышленности информацию о свойствах и применении индивидуальных пищевых добавок в переработке мяса, птицы, рыбы и морепродуктов. Настоящее издание является продолжением серии книг для технологов-практиков, посвященных применению пищевых добавок в отдельных отраслях пищевой промышленности. Предлагаемая вашему вниманию книга состоит из 3-х частей и 20 приложений. В части 1 описаны пищевые добавки и основы их применения в переработке мяса, птицы, рыбы и морепродуктов. Две другие части посвящены описанию особенностей применения (если они имеются) добавок в производстве отдельных групп мясных (часть 2) и рыбных (часть 3) продуктов. Добавки классифицированы по технологическим функциям, а технологические классы в части 1 традиционно сгруппированы по влиянию на характеристики пищевого продукта. При изложении материала части 1 автор посчитал необходимым выделить чрезвычайно важный для переработки мяса, птицы, рыбы и морепродуктов технологический класс влагосвязывающих агентов, к которому отнесены фосфаты, цитраты, гидроколлоиды и т. д., по традиционной классификации принадлежащие совсем к другим технологическим классам. Кроме того, интенсификаторы цветообразования также описаны в специальном разделе, хотя обычно их не выделяют в отдельный технологический класс. Деление пищевых добавок на технологические классы по функциям достаточно условно, поскольку множество из них полифункциональны. Среди пищевых добавок, используемых в переработке мяса, птицы, рыбы и морепродуктов, таких полифункциональных особенно много. Поэтому описание одной и той же добавки может встретиться в разных разделах книги. В Приложения вынесены примеры рецептур основных видов мясных и рыбных изделий, описание приготовления растворов пищевых добавок и рассола для шприцевания, методики определения пищевых добавок в мясных и рыбных изделиях, другая полезная информация.

Несмотря на то, что поваренная соль, сахар, глюкоза, пищевые волокна, молочные, животные и растительные белки, нативные крахмалы, мальтодекстрины и ряд других пищевых ингредиентов не считаются пищевыми добавками и не имеют кода Е, они описаны в этой книге в той степени, в которой

автор счел необходимым. Эти пищевые ингредиенты занимают в переработке мяса и рыбы столь значительное место, что полностью опустить информацию о них просто невозможно.

Автор надеется, что информация, изложенная в предлагаемой книге, поможет технологам мясо- и рыбоперерабатывающей промышленности в разработке новых продуктов с использованием пищевых добавок, улучшении качества и снижении себестоимости уже производимых изделий, а также позволит осознанно подходить к выбору комплексных пищевых добавок.

Если после прочтения книги у вас появятся замечания, вопросы или предложения, автор готов обсудить их по телефону, электронной почте 1arsaraf@inbox.ru или лично.

Л. А. Сарафанова

ЧАСТЬ 1

ПРИМЕНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ МЯСА, ПТИЦЫ, РЫБЫ И МОРЕПРОДУКТОВ

1.1. Увеличение выхода и улучшение консистенции

Влагосвязывающие агенты

Мясо наземных животных и рыбы содержит значительное количество влаги: например, мышечная ткань рыб содержит до 80% воды [24]. Воду, содержащуюся в мышечной ткани животных, условно делят на связанную и свободную. Часть воды связана с белками химическими, в том числе водородными, связями, такую воду называют гидратационной. Она не может быть отжата даже под высоким давлением, имеет температуру замерзания ниже О °С и обладает рядом других полезных свойств [89,148]. Количество гидратационной воды составляет примерно 22 г на 100 г белка мышечной ткани теплокровных животных [24]. Количество свободной воды, удерживаемой мышечной тканью животных, значительно выше. Свободная вода включает иммобилизованную, механически удерживаемую мицеллярной структурой белков и электростатическим взаимодействием между пептидными цепями, и непрочно связанную свободную воду, выделяющуюся под действием даже небольших давлений [89]. Величину влагоудерживающей способности мяса определяет содержание в нем иммобилизованной воды. В живой мускульной ткани оптимальное удержание влаги регулируют миофибриллярные белки актин и миозин благодаря аденозинтрифосфату (АТФ), естественным образом присутствующему в мышцах. После убоя в мышечной ткани происходит ряд биохимических реакций, приводящих к быстрому разрушению АТФ. Величина pH

ткани снижается, мышечные белки сжимаются (rigor mortis), образуя актомиозиновый комплекс, и утрачивают свою способность удерживать влагу. Вода, слабо связанная с белками мышечной ткани, может легко теряться в виде тканевого сока, особенно при холодильном хранении. При вытекании из мяса, птицы, рыбы, морепродуктов тканевого сока ухудшаются их вкусовые качества и консистенция, а также снижается питательная ценность из-за потерь белка, витаминов и минеральных веществ, растворенных в соке [111]. Поэтому возникает необходимость увеличивать влагосвязывающую способность мышечной ткани. Для этого при переработке мяса и рыбы используют влагосвязывающие добавки, которые можно разделить на две категории:

1) не связывающие влагу самостоятельно, но повышающие влагосвязывающую способность белков мяса/рыбы (поваренная соль, фосфаты);

2) хорошо связывающие влагу самостоятельно, но не влияющие на влагосвязывающую способность белков мяса/рыбы (мука, крахмал, пищевые волокна, молочные белки, растительные белки, растительные полисахариды).

Одними из традиционных и широко используемых в переработке мяса и рыбы влагосвязывающих агентов первого типа являются фосфаты. К применению в пищевой промышленности в РФ разрешены моно-, ди-, три-, пиро- и полифосфаты: фосфаты калия Е340; фосфаты кальция Е341, Е542; фосфаты магния Е343; фосфаты натрия Е339; пирофосфаты Е450; трифосфаты Е451; полифосфаты Е452 по отдельности или в комбинации [37]. Вводить в мясные продукты эти фосфаты разрешено в количестве до 5 г добавленных фосфатов на 1 кг мясного сырья в пересчете на P_2O_5 [37, п. 3.6.56]. Максимально разрешенные количества тех же фосфатов в рыбные продукты зависят от их вида [37, п. 3.6.56]:

Рыбные морепродукты	**Максимальный уровень, г/кг в пересчете на P_2O_5**
Рыба необработанная и филе	5
Рыбный фарш мороженый и изделия из пего	5 г добавленного фосфата на 1 кг рыбного сырья
Рыбный фарш «сурими»	1
Рыбная и креветочная паста	5
Продукты из ракообразных мороженые	5 г добавленного фосфата на 1 кг сырья из ракообразных
Консервы из ракообразных	1 г добавленного фосфата на 1 кг сырья из ракообразных

В переработке мяса и рыбы удобно использовать только фосфаты, обладающие высокой растворимостью в воде и солевых растворах, в том числе крепких. На практике в мясо- и рыбоперерабатывающей промышленности

находят применение натриевые и калиевые соли фосфорных кислот:

- монофосфаты (ортофосфаты) Е339, Е340, соли ортофосфорной кислоты H_3P0_4;
- ди- или пирофосфаты Е450, соли пирофосфорной кислоты $H_4P_2O_7$;
- трифосфаты Е451, соли триполифосфорной кислоты $H_5P_3O_{10}$;
- полифосфаты Е451, смеси солей линейно конденсированных полифосфорных кислот общей формулы $H_{„+2}P_„O_{3„+}1$, где *п* не менее 2.

Фосфаты бывают кислыми, нейтральными и щелочными (табл. 1). В целом для эмульгированных мясных продуктов лучше подходят фосфаты с рН от 7,0 до 8,3, а при приготовлении рассолов для цельномышечных мясных продуктов используют фосфаты с рН от 9,0 до 9,3 [168]. Добавление кислого 1-замещенного ортофосфата натрия к рыбному фаршу приводит к снижению рН фарша и не оказывает влияния на его влагосвязывающую способность. Добавление нейтрального моногидропирофосфата натрия и щелочного пирофосфата натрия увеличивает влагосвязывающую способность фарша [111].

Код Е	**Название фасфата**	**Значение $_pH$ 1%-го водного ра-ра**
E339i	ортофосфат натрия 1-замещенный	4,1-4,7
E339ii	ортофосфат натрия 2-замещенный	8,7-9,3
E339iii	ортофосфат натрия 3-замещенный	11,5-12,5
E340i	ортофосфат калия 1-замешенный	4,2-4,7
E340ii	ортофосфат калия 2-замещенный	8,7-9,3
E340iii	ортофосфат калия 3-замещеиный	11,5-12,5
E341	ортофосфаты кальция	Плохо растворимы в воде
E343	ортофосфаты магния	Не растворимы в воде
E450i	дигидропирофосфат натрия	3,7-4,4
E450ii	моногидропирофосфат натрия	7,3
E450iii	пирофосфат натрия	9,9-10,8
E450v	пирофосфат калия	10,0-10,7
E450vi	пирофосфат кальция	5,5-7,0
E451i	трифосфат натрия 5-замещенный	9,2-10,1
E451ii	трифосфат калия 5-замещенный	9,2-10,1
E452i	полифосфат натрия	7,5-8,5

E452v	полифосфат аммония	4,0-9,0

Внешне фосфаты представляют собой белые порошки, иногда их выпускают в виде гранул. Гранулированные формы лучше растворимы в холодной воде. Калиевые соли фосфорных кислот также лучше растворимы в воде, чем натриевые. Монофосфаты получают из предварительно очищенной до пищевого качества фосфорной кислоты и щелочей. Пирофосфаты и трифосфаты — дегидратацией гидроортофос-фатов, полимерные полифосфаты — конденсацией моно- и дифосфатов.

Дифосфаты обладают сходными с АТФ свойствами и могут восстанавливать естественную способность белков связывать влагу (рис. 1). Они «нейтрализуют» поперечную сшивку между актином и миозином, образующуюся в процессе развития посмертного окоченения (rigor mortis) и содействуют распаду актомиозинового комплекса на отдельные волокна. Фосфаты ослабляют электростатическое взаимодействие внутри актомиозинового комплекса; эта их функция известна как «специфическое воздействие» на мышечные белки, следствием которого является существенное увеличение растворимости мышечных белков. Только фосфаты способны расщеплять актин и миозин после rigor mortis, и это главная причина повсеместного распространения фосфатов. Расщепление актина и миозина является результатом связывания отрицательно заряженных фосфат-ионов с положительно заряженны ми ионами Mg^{2+} или Ca^{2+}, присутствующими в мышцах и играющими очень важную роль в сокращении и расслаблении мышц.

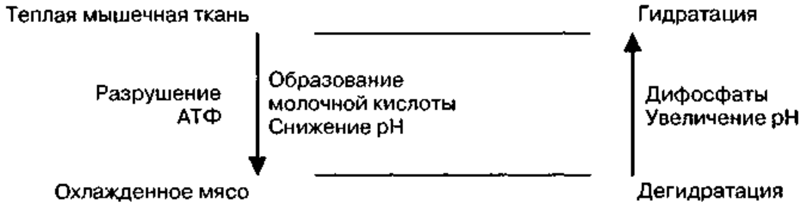


Рис. 1. Специфическое действие фосфатов на актомиозин [207]

Фосфаты выполняют в продуктах переработки мяса и рыбы множество других функций [И 1,168,207].

Добавкой поваренной соли и фосфатов достигают растворения, солюбилизации или активации мышечных белков. Белки приобретают способность связывать больше влаги и эмульгировать больше жира.

Практически все фосфаты и их смеси, используемые при переработке мяса и рыбы, имеют щелочную реакцию. Добавка щелочных фосфатов к слабокислому мясу приводит к возрастанию pH продуктов и, как следствие, к увеличению влагосвязывающей способности белков.

Кислые фосфаты используют для размягчения и набухания соединительнотканных белков и улучшения цветообразования.

Добавка фосфатов увеличивает ионную силу мышечной ткани и изменяет соотношение активированных и набухающих белков, способствуя иммобилизации добавленной воды и эмульгированию жира.

Фосфаты могут образовывать хелатные комплексы с ионами тяжелых металлов (железо, медь), тем самым связывая их и таким образом снижая прокислительное действие ионов металлов.

Благодаря вышеперечисленным действиям фосфаты увеличивают выход готовой продукции, сокращают потери и миграцию влаги при размораживании, термической обработке, сокращают продолжительность посола, улучшают текстуру и консистенцию, цвет и вкус готовых мясо- и рыбопродуктов, замедляют прогоркание жиров [207]. Обработанные фосфатами мясные, рыбные и морепродукты более сочные, нежные и более ценные с пищевой точки зрения. Обработка фосфатами мяса, рыбы и морепродуктов осуществляется только до тепловой обработки, т. е. фосфаты взаимодействуют с нативными, неденатурированными белками.

Индивидуальные фосфаты редко используются в современных промышленных технологиях переработки мяса и рыбы. Обычно применяются смеси фосфатов под различными торговыми марками, имеющие определенные свойства (значение pH, растворимость в холодной воде и растворах соли и т. д.), оптимальные для той группы продуктов, для которой смесь рекомендуется [84,85,204, 207,215], причем промышленность выпускает не только механические смеси, но и химические. Химические смеси производятся по специальной технологии, позволяющей интегрировать фосфаты на молекулярном уровне без физического смешивания. Суть технологии заключается в том, что раствор, состоящий из фосфорной кислоты, гидроксида натрия и/или калия, высушивается на распылительной сушилке в строго определенном температурном интервале. Результатом является интегрированная смесь ди-, три- и полифосфатов натрия/калия, в которой перемешаны молекулы, а не кристаллы, как в случае механической смеси [207,215]. Полученный таким образом продукт обладает значительно лучшей растворимостью, скоростью растворения и более высокой стабильностью в солевом растворе, в отличие от механической смеси фосфатов [84,207,215]. Такие химические фосфатные смеси действуют сразу после добавления в сухом виде в куттер и растворяются в рассоле крепостью до 24% даже при температуре ниже О °С, тогда как обычные механические смеси фосфатов перед внесением в куттер или добавлением соли сначала должны быть растворены в воде.

При составлении смесей учитывают свойства индивидуальных фосфатов (рис. 2, табл. 1). В частности, хорошо растворимые в холодной воде длинноцепочечные полифосфаты обычно составляют основу фосфатных смесей для шприцовочных рассолов. Фосфатные смеси для эмульгированных сосисок преимущественно состоят из короткоцепочечных фосфатов, наиболее активным компонентом которых в отношении мышечных белков является пирофосфат (дифосфат). Монофосфаты демонстрируют хорошую буферную емкость, которая

помогает стабилизировать pH конечного продукта на длительное время, но сами не влияют на мышечные белки. Пирофосфаты и триполифосфаты лучше других способствуют эмульгированию жира.

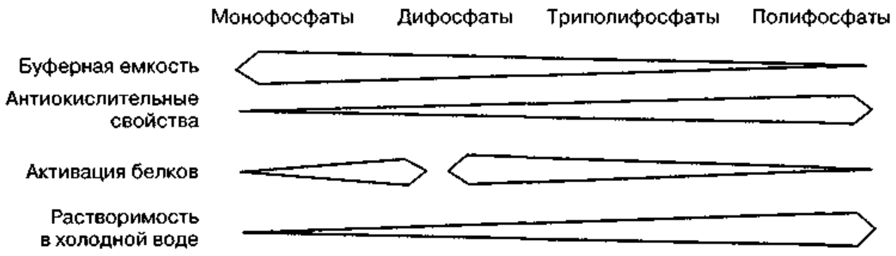


Рис. 2. Свойства различных фосфатов [168]

Между поваренной солью и фосфатами существует довольно сильный синергизм в активации белков мяса после наступления посмертного окоченения (rigor mortis) (рис. 3).

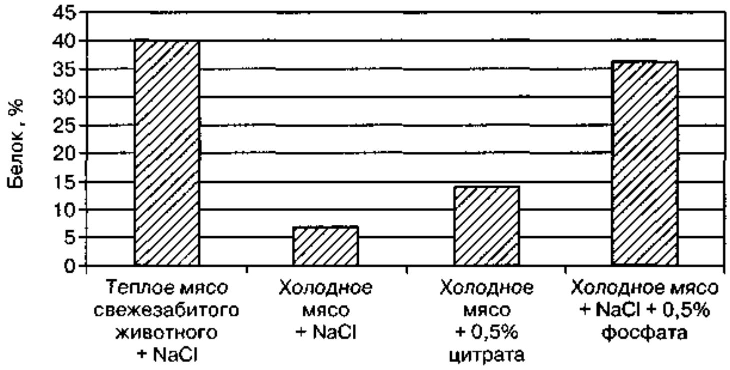


Рис. 3. *Экстракция белков из мышечной ткани (по [168])*

Фосфатные смеси продаются как в сухом виде, так и в виде растворов. Поскольку максимально разрешенные в пищевых продуктах количества фосфатов выражаются в пересчете на P_2O_5, изготовители фосфатных смесей приводят содержание пятиокиси фосфора как одну из характеристик смеси. Содержание P_2O_3 в индивидуальных фосфатах нетрудно рассчитать (Приложение 9). Товарные водные растворы обычно содержат 35-40% фосфатов (что соответствует концентрации пятиокиси фосфора 20-25%). Если количество фосфатов в пересчете на P_2O_5 в этих растворах превышает 27%, при их хранении выпадает осадок, который снова уже не растворится [168]. Следует заметить, что содержание P_2O_5 не несет никакой информации о технологических свойствах смеси и очень мало информации — о ее составе. Превышение рекомендуемых дозировок фосфатов приводит к потере вкуса и аромата изделий, а на срезе появляется перламутровый блеск [86].

Иногда в производстве мясопродуктов используют цитраты, прежде всего безводный 3-замещенный цитрат натрия (тринатрийцитрат E33iii). Это натриевая

соль лимонной кислоты, получаемая взаимодействием лимонной кислоты и гидроокиси натрия. Цитрат натрия представляет собой белый порошок или бесцветные кристаллы без запаха со слегка солоновато-горьковатым привкусом, хорошо растворимые в воде [123]. Значение pH 1%-го водного раствора тринатрийцитрата — 7,0-9,0 [123]. Тринатрийцитрат добавляют к мясным и рыбным продуктам, чтобы изменить ионную силу мышечной ткани. Обычно используется дозировка 3-5 г на килограмм готового продукта [168].

В РФ в продукты переработки мяса, птицы, рыбы и морепродуктов, согласно ТИ, в качестве текстурирующих агентов можно добавлять цитраты калия Е332, цитраты кальция Е333, цитраты натрия Е331 по отдельности или в комбинации в количестве, разрешенном ТИ [37, п. п. 3.1.19,3.2.11,3.6.59]. Цитраты, в отличие от фосфатов, не оказывают специфического воздействия на белки. Они не разрушают связи между актином и миозином и не улучшают растворимость белков, а только способствуют набуханию мышечных волокон, т. е. связыванию добавленной воды. Поскольку цитрат имеет щелочную реакцию, он повышает pH продукта, что способствует увеличению влагосвязывающей способности белков [168]. Технологам мясоперерабатывающих предприятий рекомендуют варьировать виды и количество используемых солей пищевых кислот, исходя из потребностей и условий производства конкретного продукта [86]. Например, при изготовлении мелкокусковых и порционных мясных полуфабрикатов лучше использовать рассол на основе солей органических кислот, а для деликатесных и реструктурированных мясных изделий больше подходят рассолы на основе фосфатов с добавлением в них загустителей [86].

Следует отметить, что в большинстве стран, в том числе в РФ, применение комбинации фосфатов с цитратами и другими солями пищевых кислот не разрешено [37, 164].

Традиционными влагосвязывающими добавками, связывающими влагу самостоятельно, но не влияющими на влагосвязывающую способность белков, в мясо- и рыбоперерабатывающей промышленности являются различные виды муки и крахмала. Пшеничная мука связывает влагу благодаря сравнительно высокому содержанию белков (клейковины, 5-15%), но влагосвязывающая способность муки низка, кроме того, она не обладает ни эмульгирующими, ни структурообразующими свойствами. Существенно улучшить влаго- и жиросвязывающую способность муки можно обработкой ее методом экструзии (табл. 2). В результате такой обработки устраняется специфический запах, продукт стерилизуется, инактивируется фермент липаза, который способствует порче жиров [221]. При этом получают соответствующие виды текстурированной муки с влаго- и жиросвязывающими свойствами, сравнимыми со свойствами соевых белковых препаратов (табл. 3)

Таблица 2. **Свойства различных видов текстурированной муки, рекомендуемых для производства продуктов переработки мяса (по материалам [221])**

Вид муки	Влагосвязывающая способность, %	Жиросвязывающая способность, %
Пшеничная	1 : 3	1 : 1
Ячменная	1 : 5	1 : 2,9
Рисовая	1 : 6	1 : 2–4

Таблица 3. **Основные характеристики разных групп соевых белковых препаратов [51]**

Характеристика	Обезжиренная соевая мука	Традиционный концентрат	Функциональный концентрат	Изолят
Содержание белка, %	50	70	70	90
Связывание жиров	1 : 2	1 : 3	1 : 5	1 : 5
Связывание воды	1 : 2	1 : 3	1 : 5	1 : 5–6
Влияние на структуру	+	+++	++++	++++

Нативные крахмалы характеризуются более высокой влагосвязывающей способностью, чем мука. По своей химической природе это полисахариды: линейные (амилоза) и разветвленные (амилопектин). При нагревании крахмальной суспензии до 45-50 "С начинается процесс клейстеризации: крахмальные зерна начинают впитывать воду и набухать. Величина предельного набухания для разных крахмалов различна (табл. 4). При этом возрастает вязкость суспензии, при дальнейшем нагревании амилоза растворяется и образует гель. При остывании структура геля сохраняется.

Таблица 4. **Характеристики различных крахмалов (по материалам [2, 7, 168, 185])**

	Картофельный	Кукурузный	Тапиоковый	Пшеничный	Восковой кукурузы
Содержание белка, %	0,06	0,6–1,0	0,1	0,4	0,15
Содержание жира, %	0,05	0,44	0,2	0,8	0,15
Содержание золы, %	0,3–0,5	0,1–0,3	26	0,2	1,1
Содержание амилозы, %	21–25	0,1	15–18	25–27	1–2
Содержание амилопектина, %	78	65–70	80–85	75	95–98
Размер частиц, мкм	25–80	5–20	5–25	25–30	5–25
Температура клейстеризации, °С	61	67	65	77	72
Предельное набухание, г воды/г	700–1000	24	71–75	21	65
Свойства клейстера:					
прозрачность	мутный	мутный	полупрозрачный	мутный	полупрозрачный
текстура	длинная	короткая	длинная	короткая	короткая

Нативные крахмалы образуют коллоидные структуры, склонные к синерезису и неустойчивые как к высоким, так и к низким температурам, к кислым средам, присутствию солей [103, 125]. Высокоамилозные крахмалы

(кукурузный, пшеничный, картофельный) образуют хрупкие гели; крахмалы с высоким содержанием амилопектина (тапиоковый и из восковой кукурузы) — клейкие вязкие гели [185].

Путем химической или физической модификации крахмала можно добиться: понижения или повышения температуры его клейстеризации; понижения или повышения вязкости клейстера; повышения растворимости в холодной воде; появления эмульгирующих свойств; устойчивости к синерезису, кислотам, высоким температурам, циклам оттаивания/замораживания; снижения склонности к ретроградации [103, 125]. С целью химической модификации свойств нативные крахмалы ацетилируют, фосфатируют, оксипропилируют, подвергают сшивке [50, 103, 104, 110, 123, 125]. Благодаря ацетилированию старение крахмала замедляется, но он становится менее стойким в отношении нагревания, механического воздействия и кислот, поэтому пищевые продукты с ацетатными крахмалами Е1420, Е1421 нельзя стерилизовать. Ацетилированные сшитые крахмалы Е1414, Е1422, Е1423 применяют везде, где может использоваться обычный крахмал. В противоположность ацетилированному крахмалу оксипропилированные крахмалы Е1440, Е1442, Е1443 устойчивы при варке и стерилизации [125]. Высокоамилозные крахмалы, модифицированные оксипропилированием и поперечной сшивкой, образуют клейкие гели [185]. Сшитый Е 1442, кроме того, устойчив к надрезу, циклам замораживания/оттаивания и желирует. Поперечная сшивка также повышает прозрачность крахмальных клейстеров [185]. Фосфатные крахмалы обеспечивают получение консистенции, более стойкой к ретроградации — Е1410; к воздействию температуры, кислот и надрезу — Е1412; к циклам замораживания/оттаивания — Е1413. Вследствие этерификации октенилянтарной кислотой крахмал Е1450 приобретает эмульгирующие и пеностабилизирующие свойства [104, 123, 125].

К наиболее популярным при переработке мяса модифицированным крахмалам относятся прежелатинизированные. Эти крахмалы набухают в холодной воде и образуют гель при более низкой температуре, чем нативные. Их получают высушиванием дисперсии нативного или модифицированного крахмала на барабанной сушилке, методом распылительной сушки или экструзией.

Все более широкое применение в качестве влагосвязывающих добавок, не взаимодействующих с белками, находят нерастворимые пищевые волокна различного происхождения (пшеничные, соевые, овсяные, гороховые, яблочные, цитрусовые ит. д.) [34,53,62,91,115,158,206, 213,214,217,219]. Обычно они на 70-75% состоят из целлюлозы и на 30-25% — из гемицеллюлозы: 1 часть волокна может связывать 4-9 частей воды и 3-7 частей жира.

В переработке мяса, птицы и рыбы используются два типа пищевых волокон. В эмульгированных продуктах (сосиски, колбасы, фрикадельки и др. полуфабрикаты, паштеты) используют волокна длиной 200-250 мкм, а в производстве рассольных продуктов — более короткие волокна, длиной около 40 мкм [168]. Толщина обоих типов волокон одинакова (примерно 25 мкм), оба

типа нерастворимы в воде. Помимо функции обогащения продуктов, пищевые волокна позволяют сокращать количество используемого жира, улучшать консистенцию и формоустойчивость изделий, получать более сочный и вкусный продукт, увеличивать выход готовых продуктов, сокращать потери при термообработке и сохранять структуру изделий при замораживании/оттаивании. По структуре волокна похожи на мясо. В производстве эмульгированных продуктов рекомендуемая дозировка составляет 1-3% от массы готового продукта, в производстве рассольных цельномышечных продуктов — 0,7-1,5% от массы рассола. Пищевые волокна пригодны для использования в рассольных продуктах с невысокими выходами (120-135%); если требуется существенно увеличить выход, более эффективно использовать каррагинаны, соевые изоляты или крахмалы [168].

Большую группу влагосвязывающих добавок, применяемых в переработке мяса и рыбы, образуют загустители — вещества, образующие в воде вязкие растворы или дисперсии. Вещества, способные в определенных условиях образовывать желе (гели), структурированные дисперсные системы, называют желеобразователями (гелеобразователями). Поскольку в воде все эти пищевые добавки образуют растворы или коллоидные системы, их часто называют гидроколлоидами [65]. Загустители и желеобразователи также стабилизируют дисперсные системы: суспензии, эмульсии, пены, выполняя функцию стабилизаторов. Кроме того, эту группу пищевых добавок относят к пищевым волокнам [34, 53, 91].

Пищевые добавки, разрешенные в РФ в качестве загустителей, желеобразовате-лей, текстурирующих агентов в продукты переработки мяса, птицы, рыбы и морепродукты, представлены в таблице 5. Все эти добавки разрешено использовать согласно ТИ в количестве согласно ТИ [37]. Конжак Е425 (конжаковую муку, кон-жаковую камедь и конжаковый глюкоманпан) разрешено использовать в РФ в качестве загустителей, желеобразователей, текстурирующих агентов в продуктах переработки мяса, птицы, рыбы и морепродуктах согласно ТИ в количестве до 10 г/кг продукта [37, п. 3.6.23].

Таблица 5. **Пищевые добавки, разрешенные в РФ в качестве загустителей, желеобразователей и текстурирующих агентов, вносимых в продукты переработки мяса, птицы, рыбы и морепродукты [37]**

Код Е	Название добавки	№ страницы в [37]
Е406	агар	82
Е409	арабиногалактан	82
Е400	альгиновая кислота и ее соли (по отдельности или в комбинации):	82
Е401	альгинат натрия	
Е402	альгинат калия	
Е403	альгинат аммония	
Е404	альгинат кальция	
Е418	геллановая камедь	82
Е412	гуаровая камедь	83
Е414	гуммиарабик	83
Е419	гхатти камедь	83
Е410	камедь рожкового дерева	83
Е407	каррагинан и его аммонийная, калиевая и натриевая соли, включая фурцеллеран	84
Е407i	каррагинан из водорослей EUCHEMA	84
	крахмалы модифицированные:	84–85
Е1400	декстрины, крахмал, обработанный теплом, белый и желтый	
Е1422	дикрахмаладипат ацетилированный	
Е1423	дикрахмалглицерин ацетилированный	
Е1443	дикрахмалглицерин оксипропилированный	
Е1411	дикрахмалглицерин «сшитый»	
Е1414	дикрахмалфосфат ацетилированный «сшитый»	
Е1442	дикрахмалфосфат оксипропилированнный «сши-тый»	
Е1412	дикрахмалфосфат, этерифицированный трина-трийметафосфатом, этерифицированный хлор-окисью фосфора	
Е1413	дикрахмалфосфат фосфатированный «сшитый»	
Е1421	крахмал ацетатный, этерифицированный винил-ацетатом	
Е1420	крахмал ацетатный, этерифицированный уксус-ным ангидридом	
Е1451	крахмал ацетилированный окисленный	
Е1401	крахмал, обработанный кислотой	
Е1405	крахмал, обработанный ферментными препа-ратами	
Е1402	крахмал, обработанный щелочью	
Е1404	крахмал окисленный	

Окончание табл. 5

Код Е	Название добавки	№ страницы в [37]
Е1440	крахмал оксипропилированный	
Е1403	крахмал отбеленный	
Е1450	крахмала и натриевой соли октенилянтарной кислоты эфир	
Е1410	монокрахмалфосфат	
Е415	ксантановая камедь	85
Е411	овсяная камедь	86
Е440	пектины	87
Е1200	полидекстрозы А и N	88
Е417	тары камедь	93
Е413	трагакант	93
	целлюлоза (по отдельности или в комбинации):	96
Е406i	микрокристаллическая	
Е406ii	в порошке	
	целлюлозы модифицированные по отдельности или в комбинации:	
Е464	гидроксипропилметилцеллюлоза	
Е463	гидроксипропилцеллюлоза	
Е466 (КМЦ)	карбоксиметилцеллюлоза и карбоксиметилцеллюлозы натриевая соль	
Е469	карбоксиметилцеллюлоза ферментированная	
Е468	кросскармелоза	
Е461	метилцеллюлоза	
Е465	метилэтилцеллюлоза	
Е467	этилгидроксицеллюлоза	
Е462	этилцеллюлоза	

Четко разделить гидроколлоиды на загустители и желеобразователи достаточно сложно. Есть вещества, обладающие в разной степени свойствами и тех и других (табл. 6). Некоторые загустители в определенных условиях могут образовывать прочные эластичные гели [125].

Таблица 6. Загущающие и желирующие свойства гидроколлоидов, применяемых в переработке мяса и рыбы (по [65, 141, 168, 197])

Гидроколлоид	Код Е	Загуститель	Желеобразователь
Агар	Е 406	нет	да
Альгинаты	Е401–405	да	да
Гуаровая камедь	Е412	да	нет
Желатин	–	нет	да
Камедь рожкового дерева	Е410	да	нет
Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ)	Е466	да	нет
Каппа- и йота каррагинаны	Е407, Е407а	нет	да
Лямбда-каррагинан	Е407	да	нет
Ксантановая камедь	Е415	да	нет
Модифицированные крахмалы	Е1400–1452	да	да

Загустители и желеобразователи по химической природе представляют

собой линейные или разветвленные полимерные цепи с гидрофильными группами, которые вступают в физическое взаимодействие с имеющейся в продукте водой [197]. За редким исключением, они являются углеводами (полисахаридами) растительного происхождения, растительными гидроколлоидами. Их получают из наземных растений или водорослей. Из бурых водорослей получают альгиновую кислоту Е400 и ее соли и эфиры — альгинаты Е401-404; из красных морских водорослей — агар (агар-агар) Е406 и каррагинан Е407; пектин Е440 чаще всего извлекают из яблок и цитрусовых. Целлюлозу Е466 — из древесных волокон. Среди полисахаридов, полученных из растений, выделяют две большие группы: защитные коллоиды, выделяемые растением при повреждениях (эксудаты, смолы), и мука семян (резервные полисахариды растений). К смолам относятся: арабиногалактан Е409, трагакант Е413, гуммиарабик Е414, камедь карайи Е416, камедь гхатти Е419. К резервным полисахаридам — мука семян рожкового дерева Е410, овсяная камедь Е411, гуаровая камедь Е412, камедь тары Е417, конжаковая камедь Е425.

Ксантановую Е415 и геллановую Е418 камеди продуцируют микроорганизмы, поэтому они носят название микробных полисахаридов. **Желатин** — единственный на сегодня загуститель, который является животным белком, извлекаемым в промышленности из кожи, хрящей, костей крупного рогатого скота и свиней. **Хитозан** получают из хитина, строительного материала панцирей раков, крабов и насекомых [75, 123].

Гидроколлоиды по химическому строению подразделяются на три группы: кислые полисахариды с остатками уроновой кислоты (например, гуммиарабик Е414), кислые полисахариды с остатками серной кислоты (например, агар Е406 и карраги-нан Е407) и нейтральные полисахариды (например, камедь бобов рожкового дерева Е410игуарЕ412).

Свойства загустителей, особенно нейтральных полисахаридов, можно менять путем физической обработки, например термической, или путем химической модификации, например введением в молекулу нейтральных или ионных заместителей. **К модифицированным** полисахаридам относят сложные эфиры целлюлозы Е461-467 и модифицированные крахмалы Е1400-1405, Е1410-1414, Е1420-1423, Е1440, Е1442, Е1443, Е1450, Е1451, Е1452 [123, 125].

Загустители и стабилизаторы выпускаются в виде порошков, стандартизованных с помощью инертных наполнителей (чаще всего сахара) [125]. Загустители стандартизуют чаще всего по вязкости 1%-го раствора (табл. 7). Данные табл. 6 явно свидетельствуют, что гуммиарабик не следует использовать в качестве загустителя — даже в концентрации 50% его растворы имеют низкую вязкость, но он может стабилизировать дисперсии [30, 123].

Таблица 7. **Вязкость растворов популярных загустителей (вязкость воды ~ 1 сПз) (по материалам [40, 65, 141])**

Полисахарид	Вязкость 1 %-го водного раствора, сПз
Гуммиарабик	2–5
Альгинат натрия	25–800
Пропиленгликольальгинат	100–500
Ксантановая камедь	800–1800
Гуаровая камедь	3000–7000
Камедь плодов рожкового дерева	2000–3500
Карбоксиметилцеллюлоза (натриевая соль)	500–12 000
Метилцеллюлоза	10–2000
Конжаковая мука	4000–15000
Конжаковый маннан	14 000–35 000*

* Вязкость 2%-го водного раствора в 12 раз выше.

Загустители и желеобразователи при переработке мяса и рыбы обычно используют в виде порошков. При внесении загустителей и желеобразователей в воду могут образовываться комки, что вызвано высокой влагоудерживающей способностью этих пищевых добавок. Для предотвращения комкования при внесении в рассол для шприцевания гидроколлоиды рекомендуется смешивать с рецептурным сахаром-песком.

При совместном использовании двух и более загустителей возможно проявление синергического эффекта: смеси загущают сильнее, чем можно было бы ожидать от суммарного действия компонентов (табл. 8). Кроме того, сочетание, например, нескольких типов каррагинанов также приводит к оптимизации свойств продукта. Поэтому в мясо- и рыбоперерабатывающей промышленности такое широкое применение находят комбинации гидроколлоидов и комплексные пищевые добавки.

Таблица 8. **Существование взаимного синергизма между различными гидроколлоидами (по материалам [141])**

	КМЦ	Конжак	КРД	Ксантан	Крахмал
Агар	нет	есть	есть	нет	нет
ГПЦ	есть	нет	нет	нет	нет
Гуар	есть	нет	нет	есть	нет
Йота-каррагинан	нет	нет	нет	нет	есть
Каппа-каррагинан	нет	есть	есть	есть	нет
Конжак	нет	нет	нет	есть	нет
КРД	нет	нет	нет	есть	нет

Эффективность действия гидроколлоидов определяется структурными особенностями их молекул: длиной цепи, степенью разветвления, природой мономерных звеньев и функциональных групп и их расположением в молекуле, наличием гликозидных связей. На растворение и диспергирование гидроколлоидов влияют размер и форма их частиц, удельная поверхность, гранулометрический состав. Большое значение имеют: способ приготовления

раствора (дисперсии) — интенсивность и время перемешивания, температура, значение pH; присутствие электролитов, минеральных веществ и гидратируемых веществ, особенно поваренной соли и фосфатов; возможность образования комплексов с другими имеющимися в системе соединениями; процессы распада, вызываемые ферментами или микроорганизмами. Поведение нейтральных полисахаридов, в отличие от полиэлектролитов, практически не зависит от изменения pH среды.

Гидроколлоиды хорошо связывают воду, поэтому выполняют в продуктах мясо-и рыбопереработки целый ряд функций:

- снижение потерь при термообработке и увеличение выхода готовой продукции;
- улучшение текстуры готового продукта за счет образования геля;
- получение более сочного продукта;
- предотвращение синерезиса в готовом продукте;
- улучшение нарезываемости продукта.

Агар (агар-агар) Е406 получают из красных морских водорослей нескольких видов [65, 123,141]. Он растворим в воде только при кипячении, хотя в холодной воде набухает. Отечественный агар обычно представляет собой пластинки или крупинки от светло-желтого до коричневого цвета, которые необходимо подвергнуть операциям замачивания, промывки и набухания для удаления дурно пахнущих и красящих веществ. Импортный агар обычно представляет собой белый порошок без постороннего запаха и не требует предварительной промывки [125]. Агар образует термообратимый гель уже в концентрации 0,4% после охлаждения раствора ниже 32-39 °С [123]. Агаровые гели склонны к синерезису. В мясоперерабатывающей промышленности агар в основном применяется при производстве мясных консервов [168].

Важной характеристикой агара является прочность его студня, измеряемая по Блуму. В соответствии с российскими стандартами прочность агарового студня определяется на приборе Валента (Приложение 18). Примерное соответствие этих единиц приведено в табл. 9.

Таблица 9. **Взаимосвязь различных единиц прочности агарового студня (по [125])**

Прочность студня по Блуму, г/см^3	Прочность студня по Валенту, г
600	1400
700	1800
800	2200
900	2600

Причиной широкого применения **каррагинанов** Е407 и Е407а при переработке мяса и рыбы является их исключительно высокая влагосвязывающая способность: 1 часть каррагинана может связать от 20 до 120 частей воды [155, 168]. 1 кг карраги-нана, растворенный в соответсвующем количестве воды, образует термобратимый гель. Каррагинан начал использоваться

производителями мясных продуктов в качестве водосвязывающего и текстурирующего агента с 80-х гг. прошлого века [141]. Сначала это были упакованные в вакууме ветчина и грудки индейки, затем его стали применять для обработки цыплят, бекона, жареной говядины и рыбы. Использование каррагинана получило распространение в цельномышечных, реструктурированных, измельченных и эмульгированных продуктах [141, 168].

Изначально каррагинан использовался для сохранения в мясе естественных соков, которые терялись при варке и копчении или проявлялись в виде бульонно-жировых отеков в вакуумных упаковках. Преимуществ применения каррагинана для производителя являлось получение более сочного продукта, а также более приятный внешний вид упаковки и увеличение выхода готового продукта. Технология стала применяться и в рассольных продуктах, особенно с высокими выходами.

Поведение каррагинана в мясных и рыбных продуктах до сих пор не до конца изучено. Возможно, каррагинан и рассол для шприцевания образуют водный гель, который проникает в междоузлия мышечного волокна, что придает ему прочность и регулирует синерезис. Существует также гипотеза, что каррагинан взаимодействует с миозином, растворенным в процессе обработки в массажере, и образует кар-рагинан-белковый гель. Как бы иначе каппа-каррагинан мог полностью раствориться и образовать прочный гель при охлаждении, если температура охлаждения (65-75 °С) ниже температуры плавления/растворения каррагинана? По другой модели, частицы каррагинана просто набухают после варки и образуют при охлаждении набухшие частицы каррагинана, коагулированный миозиновый гель, который придает продукту текстуру и водосвязывающие свойства [141, 197].

В зависимости от особенностей химического строения различают, как правило**, йота-, каппа- и лямбда-каррагинаны**. Однако существует вид каррагинана, который по своему химическому строению занимает промежуточное положение между каппа- и йота-каррагинанами. Его принято называть каппа П-каррагинан [92]. Физико-химические свойства их растворов и гелей различны (рис. 4, 5; табл. 10). Варьируя соотношение этих типов каррагинанов, можно получать смеси с заданными характеристиками [95, 96, 155, 208, 212, 216].

В переработке мяса и рыбы наряду с очищенными каррагинанами используют более дешевые и технологичные полуочищенные Е407а, которые часто называют каррагинанами из водорослей *Е*uchema, или **«PNG»-каррагинанами**. Они содержат целлюлозу и в воде образуют мутноватые растворы, но это не имеет значения для мясных и рыбных продуктов. Ряд каррагинанов, используемых в мясных, куриных и рыбных продуктах, представляют собой смеси «PNG» и очищенного каррагинана. При таком смешивании можно сохранить некоторые преимущества того и другого. Часто в эти смеси добавляют KCl, что помогает снизить стоимость, сохранив при этом сильное влияние ионов K^+ на прочность как каппа-«PNG», так и очищенного каррагинана, а также получив превосходный контроль над синерезисом,

осуществляемый «PNG» [141,197]. В результате присутствия на рынке большого количества смесевых каррагинанов разного состава и разных торговых марок диапазон их цен не имеет четких границ, но верх всегда берет коммерческий баланс цены и качества [141,208,212,216].

Таблица 10. **Некоторые важные свойства основных типов каррагинанов (по материалам [92, 141, 168, 197])**

Показатель	Каппа I	Каппа II	Йота	Лямбда
Растворимость в воде при температуре, °С:				
20	Растворимы в виде солей натрия			Растворим
50	Растворимы в виде солей натрия		Растворимы	
60	Растворим в виде солей натрия	Растворимы		
70 и выше	Растворимы			
Растворимость в 10%-ном растворе поваренной соли	Нерастворим	Растворимы в горячем растворе		
Вязкость дисперсий	Низкая	Ниже средней	Средняя	Высокая
Способность к гелеобразованию	Высокая	Высокая	Средняя	Не образует гелей
Влияние катионов	Самые прочные гели с K^+	Самые прочные гели с K^+	Самые прочные гели с Ca^{2+}	—
Текстура геля	Твердый и хрупкий	Твердый и эластичный	Высокоэластичный	—
Синерезис	Высокий	Средний	Средний	—
Устойчивость к замораживанию/оттаиванию	Отсутствует	Проявляется незначительно	Устойчив	—
Синергизм с КРД	Да	Да	Нет	Нет
Синергизм с конжаковой мукой	Да	Да	Нет	Нет
Синергизм с крахмалом	Нет	Нет	Да	Нет
Совместимость с солями	Плохая	Средняя	Хорошая	Хорошая
Стабильность в кислой среде	Гидролиз раствора, ускоряемый нагреванием			Гидролиз
Реакционная способность по отношению к белку	Характерная реакция с каппа-казеином		Гели устойчивы	Сильное взаимодействие, увеличивающееся в кислой среде

Можно отметить следующие технологические преимущества «PNG»-каррагинанов [141]:

- меньшее набухание частиц в холодном рассоле, приводящее к меньшему засорению инжекторной иглы и лучшему проникновению в мышечные ткани;
- меньший синерезис / меньше бульонно-жировых отеков из каппа- «PNG» каррагинана;
- лучшая маскировка неизбежных «гелевых карманов» или «тигровых полос» в рассольных продуктах с высокими выходами.

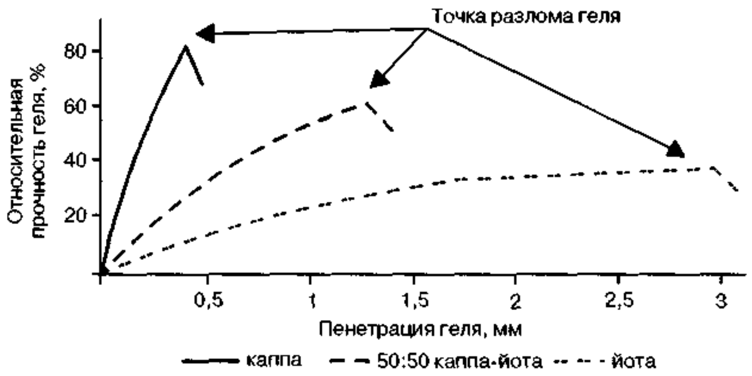


Рис. 4. Свойства гелей каппа- и йота-каррагинанов [141]

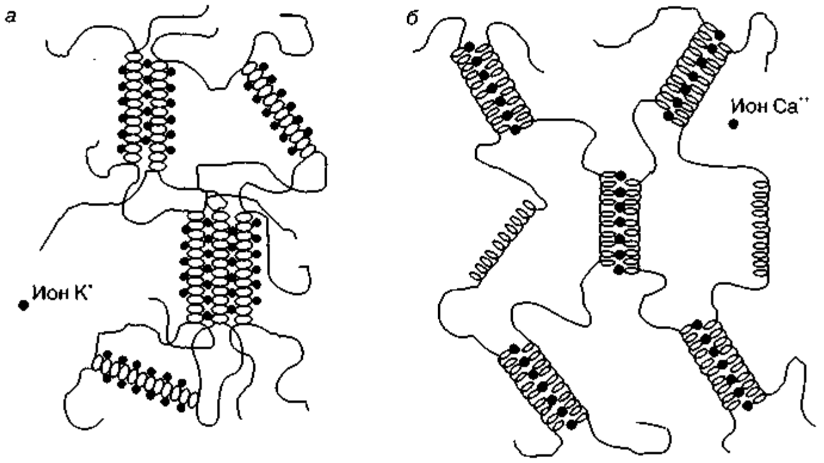


Рис. 5. Гелеобразование каппа- и йота-каррагинанов в присутствии катионов:
а — твердый, хрупкий гель каппа-каррагинана; *б* — эластичный гель йота-каррагинана [141]

На рис. 6 показаны результаты лабораторного эксперимента по изучению синерезиса. Гели, полученные из раствора 1% каррагинана в 2%-ном рассоле NaCL, нагрели до определенной температуры, выдержали при этой температуре в течение 10 мин, а затем поместили в холодильник на ночь при температуре 4 ^{0}С, после чего измерили жидкость, выделившуюся из геля (синерезис или бульонно-жировой отек). Гелеобра-зующими агентами были полученные осаждением KCl и прессованием очищенный каррагинан, «PNG» и их смесь в соотношении 1:1. Синерезис всех трех гелей почти одинаково мал, если каррагинаны нагревали до температуры 68 °С или выше. Однако если гели нагревают до температуры менее 68 ^{0}С, частицы каррагинана не набухают в достаточной степени для обеспечения хорошего связывания воды. Обогащенный K^+ каррагинан, образующий более прочные гели, обнаруживает больший синерезис, чем «*PMC*» *или* их смесь.

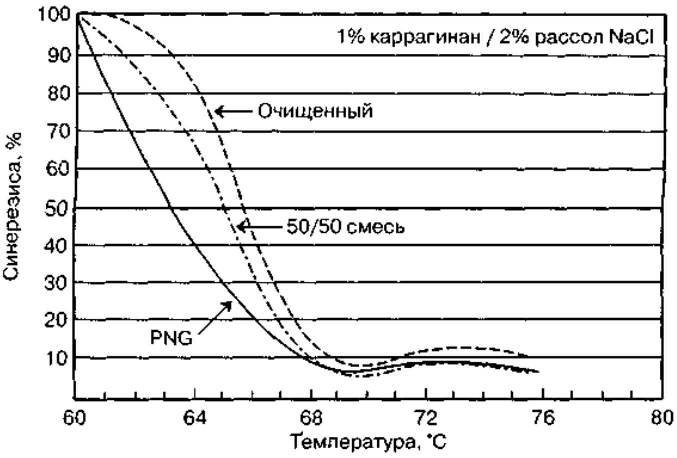


Рис. 6. Синерезис/бульонно-жировой отек в каррагинановых гелях, изготовленных на рассоле NaCl [141]

На рис. 7 показано набухание частиц каррагинана в рассоле при 4 ^{0}С, которое является показателем того, насколько высокой является вероятность засорения инжекторных игл или проникновения частиц дисперсии в междоузлия мышечных волокон в мясе. На рисунке снова представлены три типа каррагинана (очищенный, «*P*NG» и смесь 1:1 этих двух типов). Интегральный график распределения на рис. 7 показывает, что «*P*NG» набухает в меньшей степени, чем смесь, а смесь и «*P*NG» на бухают меньше, чем очищенный каррагинан. Например, только 50% частиц «*P*NG» в набухшем состоянии больше, чем 200 меш (> 74 мкм), тогда как 75% частиц смеси больше 200 меш и около 90% очищенного каррагинана превосходят этот размер.

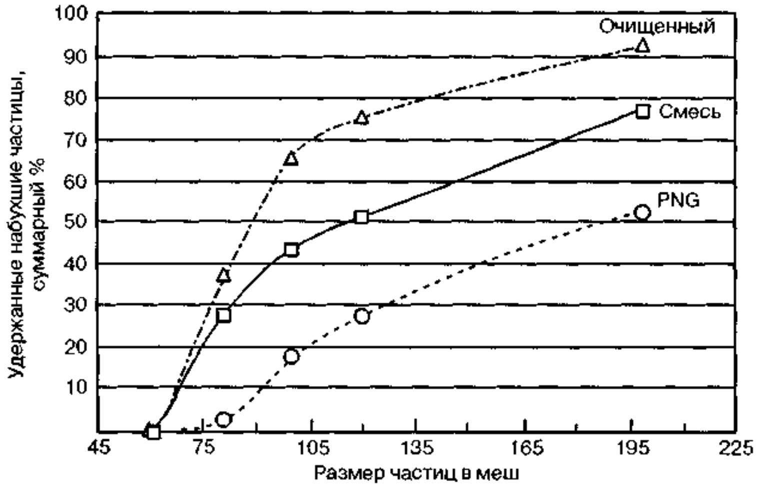


Рис. 7. Набухание частиц каррагинана при 4 °С в 2%-ном рассоле NaCl [141]

Не все «*P*NG» одинаковы. На рис. 8 показана графическая зависимость

гидратации для двух типов «*P*NG» «каррагинанов в 2%-ном рассоле NaC1 от температуры в интервале от 0 до 80 ^{0}С. Относительная гидратация характеризовалась вязкостью по Брукфильду суспензии порошков «PNG» в растворе соли. Типичное колебание температуры свидетельствует о повышении вязкости при повышении исключенного объема набухших частиц (увеличение вязкости Эйнштейна) при увеличении температуры. Когда набухшие частицы достигают точки плавления, вязкость начинает снижаться с понижением температуры, а каррагинан переходит в раствор. Что касается «*P*NG», обработанного калием, гидратация начинается при приблизительно 45 ^{0}С, но лишь слегка повышается и выравнивается при температуре около 50 °С. «*P*NG» начинает переходить в раствор при около 70 °С. Набухание «*P*NG», обработанного натрием, начинается при -25 °С и резко увеличивается при температуре выше 40 °С, достигая максимума при -65 °С; «*P*NG» сохраняет ту же степень набухания до достижения точки плавления при -80 °С. Эти наблюдения демонстрируют хорошо известное влияние K^+ и Na^+ на прочность геля каппа-каррагинана (табл. 10). Из этих двух типов «*P*NG» можно получить смеси с различными технологическими свойствами для применения в мясных и рыбных продуктах. В продукте, производимом обработкой в массажере без шприцевания, желательно использовать большое количество сильно-набухающего, обработанного NaC1 «PNG»-каррагинана. В рассольных продуктах желательно применение большого количества обработанного калием «PNG»-каррагинана, обладающего меньшей гидратацией частиц при низких температурах [141].

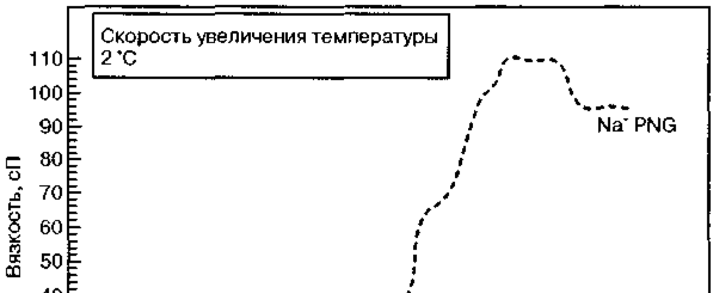


Рис. 8. График гидратации натриевого и калиевого «PNG»-каррагинанов (1,5% каррагинана в 2%-ном рассоле NaCl или KCl) [141]

При создании смесей каррагинанов следует учитывать ряд фактов:

- дешевый КС1 может значительно увеличивать прочность геля каппа-каррагинана;
- при увеличении прочности геля синерезис и, тем самым бульонно-жировой отек, обычно увеличиваются;

- для снижения синерезиса необходимы сухие вещества;
- одним из превосходных технологических свойств смеси «PNG / извлекаемый прессованием геля очищенный каррагинан» является более высокое содержание сухих веществ каррагинана;
- более высокое содержание сухих веществ также способствует улучшению текстуры [141].

Камедь бобов рожкового дерева Е410 — это размолотый эндосперм бобов стручков рожкового дерева *Ceratonia siliqua*, а гуаровая камедь Е412 — размолотый эндосперм семян гуара — бобового дерева *Cyamopsis tetragonoloba* [123]. По внешнему виду обе камеди представляют собой порошки серовато- или желтовато-белого цвета, а по химической природе — галактоманнаны, полисахариды схожего строения [123]. Поэтому их свойства тоже схожи. Камедь бобов рожкового дерева растворяется только при нагревании до 80 °С, что существенно осложняет ее использование в мясо- и рыбоперерабатывающем производстве. Высокая степень разветвления молекулы гуара обеспечивает ему хорошую растворимость как в горячей, так и в холодной воде с образованием вязких растворов [126]. Вязкость 1%-ных растворов гуара, измеренная на вискозиметре Брукфилда, обычно 3000,5000 или 7000 сПз [123]. Наиболее популярна гуаровая камедь с вязкостью 5000-5500 сПз. Вязкость раствора гуаровой камеди меняется в течение суток после растворения, возрастая за этот промежуток времени на 25-30%. Показатель вязкости, приводимый как характеристика гуара, является вязкостью, измеренной по истечении 24 часов после растворения. Вязкость раствора гуаровой камеди почти не изменяется при добавлении солей и кислот [141]. Гуар применяется в составе рассолов для шприцевания и эмульгированных мясных продуктов.

Ксантан Е415 является очень сильным загустителем, чье действие совершенно не зависит от величины рН среды (она может меняться от 1 до 13), присутствия солей и механических воздействий (см. табл. 7). Поэтому в производстве продуктов переработки мяса и рыбы ксантановая камедь используется главным образом для загущения жидких маринадов, заливок, соусов [168]. Ксантан также иногда добавляют в рассолы для шприцевания. При нагревании раствора ксантаиа выше 65 °С вязкость его немного уменьшается, но при повторном охлаждении снова возрастает до первоначального значения [168]. Широко известен синергизм смеси гуаровой (70%) и ксантановой (30%) камедей. Такие смеси также применяются в производстве мясо- и рыбопродуктов.

Конжак Е425 получают из корневых клубней растений *Amorphophallus konjac* [40, 123, 141]. Конжаковая мука Е425i (размолотые и высушенные клубни) представляет собой серовато-коричневый порошок с характерным запахом и вкусом; конжаковая камедь Е425ii (конжаковый глюкоманнан) — порошок от белого до кремового цвета без запаха и вкуса [123]. Конжак растворим в холодной воде с образованием растворов исключительно высокой вязкости (табл. 7), которая зависит от концентрации соли, но не зависит от величины рН [141]. Вязкость растворов глюкоманнанов не меняется в кислой

среде (pH 2,7-3,5) месяцами [40]. Если вязкость 1%-ных растворов конжаковой муки обычно не превышает 10 000-15 000 сПз, то вязкость растворов конжакового глюкоманнана специальной очистки может достигать 40 000 сПз [40]. Диспергирование конжака в горячей воде приводит к образованию большого количества комков. Конжак обладает очень высокой влагосвязывающей способностью, сравнимой с влагосвязывающей способностью КМЦ Е466: 1 часть конжака связывает до 80 частей воды [168]. Он образует термонеобратимые гели при нагреве свыше 80 °С при pH 9-10, а в смесях с каппа-каррагинаном и ксантано-вой камедью — эластичные термообратимые гели [40,168, 141].

Порошок конжака часто перед использованием смешивают с примерно 30-40 частями воды и щелочью (карбонатом или гидроксидом натрия) до получения вязкого клейстера [168]. На килограмм конжака берут 20-40 г щелочи и выдерживают смесь в течение 12 часов на холоде, а затем — в течение 2-4 часов при комнатной температуре. Щелочь нейтрализует ацетильные группы, это необходимо для того, чтобы конжак приобрел способность образования термостабилыюго геля. Значение pH конжакового клейстера, как правило, выше 9,5. Этот клейстер добавляется к фрикаделькам в дозировке от 1 до 5% для улучшения формуемости [168]. Конжаковую камедь можно также использовать как заменитель жиров в обезжиренных и низкожирных мясных продуктах [141].

Желатин по внешнему виду представляет собой гранулы, крупинки или порошок от буроватого до белого цвета, прозрачные пластинки без постороннего запаха со вкусом пресного бульона [43,121]. Он входит в состав животного белка соединительных тканей коллагена, из которого желатин и получают: обезжиренные кости, хрящи, кожу свиней или крупного рогатого скота кислотным (желатин А) или щелочным (желатин В) способом переводят в растворимое состояние и подвергают термическому гидролизу [43,123,215]. И коллаген, и оба типа желатина отличаются необычайно высоким содержанием редкой аминокислоты гидроксипролина (табл. 11).

Важной характеристикой желатина является прочность его студня, измеряемая по Блуму (Приложение 18). Чем ниже так называемое число Блума, тем менее прочный гель образует желатин. Принято различать желатины с низким (40-100), средним (100-200) и высоким (200-280) числом Блума [168]. В соответствии с Российскими стандартами прочность желатинового студня определяется на приборе Валснта (Приложение 18). Примерное соответствие этих единиц приведено в табл. 12.

Желатины образуют гели, которые легко плавятся уже во рту. Варьируя марку и количество желатина, можно получить пастообразный, мягкий желированный или резиноподобный гель (табл. 13). Образование геля начинается при температуре ниже 30 °С, а уже при 32-35 °С гель обратимо плавится. Его прочность зависит от pH среды, наибольшая прочность наблюдается в интервале pH от 5,5 до 11,0. Добавка солей может полностью предотвратить образование геля. Желатин применяют, как правило, в виде желатинового раствора, приготавливаемого следующим образом: сначала желатин замачивают

в воде комнатной температуры в течение 20-40 мин для набухания, а затем разогревают до температуры 65-70 °С. Чем крупнее частицы желатина, тем медленнее он растворяется.

Таблица 11. **Аминокислотный состав коллагена и желатина – остатки на 1000 остатков [141]**

Аминокислота	Коллаген, тип 1[1]	Желатин	
		тип А[2]	тип В[3]
Аланин	114	112	117
Аргинин	51	49	48
Аспарагин	16	16	–
Аспарагиновая кислота	29	29	46
Валин	22	26	22
Глутамин	48	48	–
Глутаминовая кислота	25	25	72
Глицин	332	330	335
Гистидин	4	4	4
4-Гидроксипролин	104	91	93
ε-Гидроксилизин	5	6	4
Изолейцин	11	10	11
Лейцин	24	24	24
Лизин	28	27	28
Метионин	6	4	4
Фенилаланин	13	14	14
Пролин	115	132	124
Серин	35	35	33
Треонин	17	18	18
Тирозин	4	3	1

[1] Коллаген, полученный обработкой шкур, костей КРС.
[2] Желатин, полученный кислотной обработкой свиных шкур.
[3] Желатин, полученный щелочной обработкой костей.

Таблица 12. **Взаимосвязь различных единиц прочности желатинового студня (по [125])**

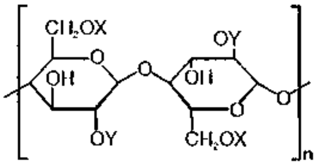
Прочность студня по Блуму, г/см^3	Прочность студня по Валенту, г
150	500
200	800
250	1100
280	1300

Таблица 13. **Рекомендуемые марки и дозировки желатинов в продукты переработки мяса и рыбы [200]**

Продукты	Прочность геля, блум	Тип	Вязкость	Ориентировочная дозировка, %
Ветчина	200–250	A/B	Средняя	QS
Говяжья солонина	250–280	A/B	Средняя–высокая	1,5–3,0
Мясо в желе	150–280	A	Средняя–высокая	3,5–18
Паштеты	180–250	A/B	Средняя–высокая	QS
Мясные консервы	250–280	A/B	Средняя–высокая	1,5–3,0
Заливная рыба	250–280	A	Средняя–высокая	3,5–7

В последние годы все более популярными в разных отраслях промышленности становятся **целлюлоза Е460 и ее производные Е461-469** (табл. 14).

Таблица 14. **Модифицированные целлюлозы, разрешенные к применению в производстве пищевых продуктов в РФ [37, 104, 123]**



Код Е	Название	X в общей формуле	Y в общей формуле
E460	Целлюлоза	$-H$	$-H$
E461	Метилцеллюлоза	$-CH_3$	$-H$
E462	Этилцеллюлоза	$-CH_2CH_3$	$-H$
E463	Гидроксипропилцеллюлоза	$-CH_2CH(OH)CH_3$	$-H$
E464	Гидроксипропилметилцеллюлоза	$-CH_2CH(OH)CH_3$	$-CH_3$
E465	Метилэтилцеллюлоза	$-CH_3$	$-CH_2CH_3$
E466	Карбоксиметилцеллюлоза, натриевая соль	$-CH_2COONa$	$-H$
E467	Этилгидроксиэтилцеллюлоза	$-CH_2CH_3$	$-CH_2CH_2OH$

Все типы целлюлозы являются пищевыми волокнами, увеличивая выход продуктов, улучшая их текстуру, связывая воду и жир, и т. п. Введение МКЦ E460i в состав колбасных изделий в дозировке 1% обеспечивает высокий выход продукта без ухудшения органолептических характеристик [60]. МКЦ эффективна также в составе белково-жировых эмульсий, используемых как замена жирового сырья для снижения себестоимости готовой продукции [60, 61]. В исследованиях показано, что препарат МКЦ заменяет эмульгатор, предотвращает образование жировых отеков, придает продукту (полукопченая колбаса) устойчивый и мягкий вкус. При применении в рубленых мясных полуфабрикатах МКЦ стабилизирует реологические характеристики фарша. Благодаря хорошей влаго- и жиросвязывающей способности потери массы при тепловой обработке снижаются до 40% [60]. Для мясоперерабатывающей промышленности большое значение имеет **натриевая соль карбоксиме-тилцеллюлозы Е466**, чаще называемая просто

карбоксиметилцеллюлозой (КМЦ). Она хорошо растворима в холодной и горячей воде (с образованием прозрачных бесцветных растворов без вкуса и запаха), хотя, как и все гидроколлоиды, склонна к комкованию. Это вызвано высокой влагоудерживающей способностью КМЦ: 1 часть может связывать до 120- 130 частей воды [123,129,141,201,203]. Это свойство является наиболее привлекательным для использования этой добавки в переработке мяса и рыбы. Вязкость растворов КМЦ зависит от товарных форм и может колебаться в очень широких пределах (см. табл. 7). КМЦ является ионогенным эфиром, ее действие зависит от концентрации соли и других свойств среды. Так, в интервале рН от 5 до 9 вязкость растворов КМЦ практически не зависит от рН, при рН ниже 3 может возрастать, а при рН выше 10 — уменьшаться [129]. При нагревании вязкость растворов обратимо снижается, но в пищевых системах КМЦ не образует гелей ни индивидуально, ни в сочетании с другими гидроколлоидами [141]. Смеси КМЦ с гидроксипропилцеллюлозой Е463 проявляют синергизм в увеличении вязкости растворов [203]. Аномальное возрастание вязкости растворов КМЦ наблюдается также при ее сочетании с биополимерами белковой природы — казеином и соевыми белками [141, 201, 203].

Альгинаты Е401-404 являются солями алъгшювой кислоты, получаемой выделением из щелочного раствора бурых водорослей (сем. *P*haeophyceae), например вида *M*acrocystis pyrifera, а также родов Sargassum Laminaria *и* Eklonia [123, 141]. По внешнему виду альгинаты представляют собой желтовато-белые, иногда с сероватым оттенком, волокнистые порошки, гранулы или пластинки [123]. По химической природе они — полимеры галуроновой и маппуроновой кислот [123,141,197]. В воде сни медленно образуют вязкие коллоидные растворы. В присутствии ионов кальция даже без нагревания альпшаты образуют термонсобратимые, но термостойкие гели, устойчивые в интервале рП от 5,0 до 9,5 [168].

В последние годы популярными становятся смеси гидроколлоидов, предлагаемые под различными торговыми марками [76, 100, 205, 208, 211—214, 216, 220]. В этих смесях специально подобраны сочетания гидроколлоидов, позволяющие максимально использовать их синергизм и в результате снижать дозировку и увеличивать эффективность использования.

Эмульгаторы

Дисперсии представляют собой гетерогенные системы из двух или более несмешивающихся фаз с развитой поверхностью раздела между ними. Одна из фаз образует непрерывную дисперсионную среду, по объему которой распределена дисперсная фаза в виде мелких твердых частиц, капель или пузырьков. Системы с жидкой дисперсионной средой (вода) и жидкой дисперсной фазой (жидкий жир) называют эмульсиями. Системы с жидкой дисперсионной средой (вода) и твердой дисперсной фазой (твердый жир)

называют суспензиями. Дисперсные системы с частицами крупнее 10^{-4}см обычно называют грубодисперсными, с частицами от 10^{-5} до 10^{-7}см — высокодисперсными или коллоидными.

Сырые колбасные фарши представляют собой полидисперсную гетерофазную пищевую систему, к которой можно применить термин «мясная эмульсия», хотя эта система не является классической эмульсией масло-в-воде [49, 186]. Если весь жир твердый (например, свиной), правильнее называть ее «мясной суспензией» [168]. В этой коллоидной системе дисперсной фазой являются частички жира, на поверхности которых распределены белки, а дисперсионной средой — вязкий коллоидный раствор белков в воде (рис. 9). В этом растворе равномерно распределены набухшие фрагменты измельченных мышечных и соединительно-тканных волокон разного размера, оболочки жировых клеток, водорастворимые белки актин и миозин, частицы пряностей, фосфаты, поваренная соль и другие водорастворимые минеральные вещества и т. д. [49,186]. Процесс формирования «мясной эмульсии» протекает постепенно (табл. 15).

***Таблица 15*. Стадии формирования «мясной эмульсии» (по материалам [49])**

№ п/п	Технологическая операция при куттеровании	Цель операции	Технологический результат
1	I фаза Загрузка нежирного белоксодержащего сырья. Куттерование	Грубое механическое разрушение клеточных структур мяса	Увеличение поверхностной площади частиц Нарушение целостности мышечных волокон
2	Добавление пищевых фосфатов, поваренной соли, раствора нитрита натрия, 1/3 общего объема водо-ледяной смеси. Куттерование	Продолжение измельчения. Экстракция миофибриллярных солерастворимых белков. Активация ФТС-белков путем регулирования условий среды: pH, t, ионной силы	Повышение степени набухания и растворимости белков Образование непрерывной фазы Связывание воды Инициирование процесса образования структурного матрикса
3	II фаза Загрузка жирового сырья. Куттерование	Диспергирование жира. Равномерное распределение жировых шариков в системе. Образование белковой оболочки вокруг частиц жира	Гомогенизация системы Образование белками межфазных слоев на границе «жир–вода»
4	Загрузка оставшейся части водо-ледяной смеси, специй, крахмала. Куттерование. Выгрузка	Снижение температуры. Связывание воды. Формирование эмульсии. Образование белковой сетки геля	Перемешивание компонентов. Образование устойчивой структурированной эмульсии с включением в матрикс твердых частиц тканей, специй и т. п. Экстремальные значения липкости и предельного напряжения сдвига

Важнейшими компонентами практически любой пищевой эмульсии являются эмульгаторы — пищевые добавки, предназначенные для создания и/или сохранения однородной смеси двух или более несмешивающихся фаз в пищевом продукте [12]. Эмульгаторы обладают поверхностно-активными свойствами, т. е., концентрируясь на поверхности раздела несмешивающихся фаз,

они могут снижать межфазное поверхностное натяжение, тем самым стабилизируя коллоидную систему. Поэтому термины «эмульгатор» и «поверхностно-активное вещество (ПАВ)» в применении к пищевым ингредиентам можно считать синонимами [66].

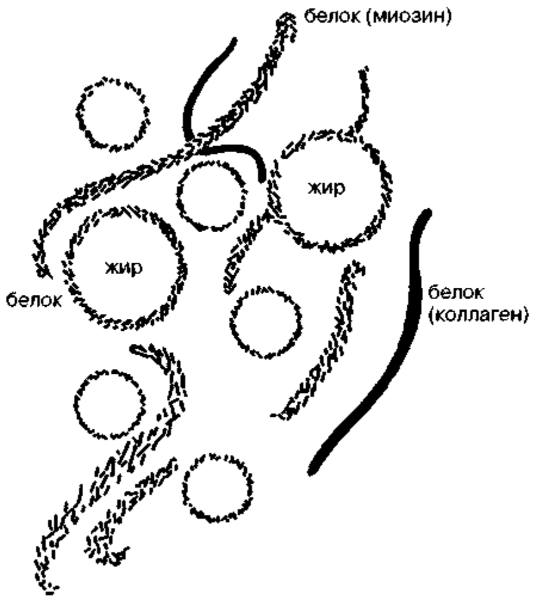


Рис. 9. Схематическое изображение «мясной эмульсии» [186]

Пищевые эмульгаторы представляют собой органические соединения, обладающие поверхностно-активными свойствами. Их молекулы имеют дифильное строение, они обычно содержат гидрофильные и гидрофобные атомные группы. Гидрофильные группы обеспечивают растворимость ПАВ в воде, гидрофобные (обычно углеводородные) при достаточно высокой молекулярной массе способствуют растворению ПАВ в неполярных средах. На границе фаз дифильные молекулы ориентируются энергетически наиболее выгодным образом: гидрофильные группы — в сторону полярной (обычно водной) фазы, гидрофобные — в сторону неполярной (масляной) фазы. Таким образом формируется межфазный пограничный слой, благодаря которому снижается поверхностное натяжение и становится возможным или облегчается образование эмульсий. Действие эмульгаторов на этом не заканчивается. Благодаря образованию пространственных и электрических барьеров они дополнительно стабилизируют эмульсии, т. е. предотвращают повторное слипание уже сформировавшихся частичек дисперсной фазы и их повторное расслоение.

Роль естественных эмульгаторов в «мясной эмульсии» выполняют мышечные белки (рис. 9). Это типичные и старейшие природные эмульгаторы. Любой природный белок является эмульгатором, потому что белки содержат аминогруппы и кислотные остатки. Так, яичные белки и белки молока в

определенной степени проявляют эмульгирующие свойства, что используется в производстве мясопродуктов.

Наряду с белками в мясо- и рыбоперерабатывающей промышленности используются и синтетические эмульгаторы или продукты химической модификации природных веществ, промышленное производство которых начало развиваться в 20-е гг. прошлого столетия. Эмульгаторы в мясных и рыбных эмульсионных продуктах снижают риск отделения жира и воды, снижают потери при термообработке, улучшают текстуру и формуемость продукта [168]. Пищевые добавки, разрешенные в РФ в качестве эмульгаторов в продукты переработки мяса, птицы, рыбы и морепродукты, представлены в таблице 16. Все эти добавки разрешено использовать согласно ТИ в количестве согласно ТИ [37]. В мясные продукты, обработанные теплом, разрешено также вносить в качестве эмульгаторов по отдельности или в комбинации в количестве до 5 г/кг в пересчете на жир сахароглицериды Е474 и сахарозы и жирных кислот эфиры Е473 [37, п. 3.6.43], в консервы из рубленого или измельченного мяса разрешено также вносить в качестве эмульгаторов по отдельности или в комбинации в количестве до 4 г/кг лактилаты натрия Е481: стеароиллактилат натрия Е4811, олеоиллактилат натрия Е481н, и лактилаты кальция Е482: стеароиллактилат кальция Е482i, олеоиллактилат кальция Е48ii [37, п. 3.6.27].

***Таблица 16.* Пищевые добавки, разрешенные в РФ в качестве эмульгаторов в продуктах переработки мяса, птицы, рыбы и морепродуктах [37]**

Код Е	Название добавки	№ страницы в [37]
E472f	Эфиры глицерина и винной, уксусной и жирных кислот	82
E472e	Эфиры глицерина и диацетилвинной и жирных кислот	
E472c	Эфиры глицерина и лимонной и жирных кислот	
E472b	Эфиры глицерина и молочной и жирных кислот	
E472a	Эфиры глицерина и уксусной и жирных кислот	
E472g	Моноглицериды янтарной и жирных кислот	
E472d	Моно- и диглицериды жирных кислот и винной кислоты	
E478	Эфиры глицерина, пропиленгликоля и лактилированных жирных кислот	83
E383	Глицерофосфат кальция	83
E570	Жирные кислоты	83
E470	Жирных кислот (миристиновой, олеиновой, пальмитиновой, стеариновой и их смеси) соли алюминия, аммония, калия, кальция, магния, натрия	83
E322	Лецитины	86
E471	Моно- и диглицериды жирных кислот	86
	Оксиэтилсукцинат-21 (оксиант)	87

Основные физико-химические и технологические свойства ПАВ определяются гидрофильно-липофильным балансом (ГЛБ) их молекул. ГЛБ отражает соотношение молекулярных масс гидрофильных и липофильных групп. Величина ГЛБ может иметь значение от 1 до 20 (эмпирическая шкала Гриффита) (табл. 17). Гидро-фильно-липофильный баланс — величина аддитивная, т. е. ГЛБ смеси эмульгаторов можно вычислить, сложив ГЛБ компонентов

пропорционально их содержанию в смеси. Эмульгаторы, имеющие ГЛБ от 2 до 9, хорошо растворимы в жирах и обычно используются в эмульсиях вода-в-масле. Эмульгаторы, имеющие ГЛБ от 12 до 18, хорошо растворимы в воде и обычно используются в эмульсиях масло-в-воде. Эмульгаторы, характеризующиеся величиной ГЛБ от 7 до 10, идеальны для большинства мясных продуктов [168].

Таблица 17. **Величины ГЛБ некоторых эмульгаторов, используемых в переработке мяса и рыбы (по материалам [125])**

Код Е	Эмульгатор	Величина ГЛБ
Е322	Лецитины:	
	ацетилированный	6
	гидролизованный	8
	обезжиренный гидролизованный	9
	ацетилированный гидролизованный	10
Е471	Моно- и диглицериды жирных кислот	3–4
Е472b	Эфиры глицерина и молочной и жирных кислот	3–4
Е472c	Эфиры глицерина и лимонной и жирных кислот	4–12*

* ГЛБ меняется от 4 в кислой среде до 12 в нейтральной.

В продуктах переработки мяса и рыбы в качестве эмульгаторов используются полифосфаты Е452, лецитины Е322, моно- и диглицериды жирных кислот Е471, эфиры глицерина, лимонной и жирных кислот Е472с, эфиры глицерина, молочной и жирных кислот Е472b. Моно- и диглицериды по химической природе являются сложными эфирами полиспирта глицерина и жирных кислот (пальмитиновой, стеариновой, олеиновой). Молекула моноглицерида содержит две ОН-группы, благодаря которым она растворима в воде. Молекула диглицерида содержит только одну ОН-группу, поэтому хуже растворима в воде. При замещении ОН-групп кислотными остатками молочной или лимонной кислоты (Е472b, Е472с) растворимость гли-церидов меняется. Моно- и диглицериды обычно применяют в количестве 300-500 г на 100 кг мясного сырья [168]. С использованием моно- и диглицеридов Е471, Е472Ь, Е472с производятся, например, ливерные колбасы и паштеты, особенно с мажущейся консистенцией. В большинстве случаев в производстве вареных сосисок и сарделек используется твердый свиной или говяжий жир, т. е. эти продукты не являются классическими эмульсиями, а эмульгаторы эффективно работают только в эмульсиях [168]. Поэтому использование эмульгаторов в вареных сосисках и сардельках ограничено. Эмульгаторы хорошо работают в пастеризованных продуктах, но не используются в стерилизованных, так как их эмульгирующая способность в условиях высоких температур весьма ограниченна [168].

Лецитины Е322 тоже являются производными глицерина. По химической природе это сложные эфиры глицерина, двух молекул жирных и одной молекулы фосфорной кислоты, которая, в свою очередь, этерифицирована [123]. Все лецитины содержат как гидрофильные, так и липофильные группы, поэтому выполняют функции эмульгаторов, в том числе в мясных и рыбных эмульсиях.

Наполнители

Наполнителями называют недорогое пищевое сырье, применяемое для регулирования массы и объема пищевого продукта. Простейшими «наполнителями» являются вода и воздух. Роль наполнителей в мясных и рыбных продуктах выполняют мука, крахмалы, различные виды целлюлозы, пищевые волокна, мальтодекстрины, но поскольку они также являются в большей или меньшей степени влагосвязывающими агентами, эти вещества описаны в соответствующем разделе. Наполнителями в продуктах переработки мяса и рыбы можно считать панировочные сухари, порошок свиной шкурки, сухие глюкозные сиропы.

Мальтодекстрины выполняют роль наполнителей или носителей для других ингредиентов в смесях специй, вкусоароматических добавках, комплексных добавках для мясо- и рыбопереработки. Добавленные в вареные цельномышечные продукты, мальтодекстрины увеличивают содержание сухих веществ и снижают потери при термообработке. Мальтодекстрины с ДЭ 15-20 обычно добавляют к таким продуктам, как хот-доги, в качестве наполнителя для увеличения содержания сухих веществ [168].

Мальтодекстрины и сухие сиропы глюкозы получают в процессе кислотного, ферментативного или термического гидролиза крахмала с последующим высушиванием гидролизата. В зависимости от глубины гидролиза количество моно- и ди-сахаров в составе продукта различно. Характеристикой содержания низкомолекулярных Сахаров является глюкозный эквивалент. Обычно при характеристике мальтодекстринов и глюкозных сиропов используют показатель, называемый декстрозным эквивалентом (ДЭ). Хотя в соответствии с ГОСТ Р 51953-2002 «Крахмалы и крахмалопродукты. Термины и определения» такой термин как замена термина «глюкозный эквивалент» недопустим, на практике он применяется очень часто. Наиболее популярны сухие глюкозные сиропы с Д Э 30-40 и мальтодекстрины с ДЭ 15-20. По внешнему виду они представляют собой белые порошки. Свойства этих веществ по сравнению с крахмалом наглядно представлены на рис. 10. Сладость мальтодекстринов в зависимости от глюкозного эквивалента составляет от 10 до 20% сладости сахара, сладость сухих сиропов глюкозы — от 60 до 90% сладости сахара.

Показатель	Крахмалы	Мальтодекстрины	Сухие сиропы глюкозы
ДЭ	0	5 10 15 20 25	26 36 46 56 68
Растворимость в воде	Меньше →	→	→ больше
Сладость	Меньше →	→	→ больше
Содержание редуцирующих сахаров (склонность к неферментативному потемнению)	Меньше →	→	→ больше
Гигроскопичность	Меньше →	→	→ больше
Влагосвязывающая способность	Больше ←	←	← меньше
Вязкость	Больше ←	←	← меньше

Рис. 10. Свойства крахмалов, мальтодекстринов и сухих сиропов глюкозы (по материалам [8, 168])

1.2. Стабилизация и улучшение цвета

Потребитель судит о качестве пищевого продукта в первую очередь по его внешнему виду. Привлекательный и стабильный цвет мясных и рыбных продуктов очень сильно влияет на принятие решения о покупке.

На окраску мышечной ткани мяса наземных животных и рыб влияет множество факторов: вид животного или рыбы, сезон убоя/вылова, регион разведения, химический состав (содержание воды, жира, белков), свежесть, тип мяса (темное или светлое), возраст и пол животного, тип и количество гемовых белков [168, 183]. Из всех этих факторов самым важным для окраски в красный цвет мяса наземных животных и рыб являются гемовые белки: гемоглобин (НЬ) и миоглобин (МЬ). Роль других белков, участвующих в цветообразовании мяса, незначительна.

Достаточно долго считалось, что поскольку гемоглобин содержится в крови, он, в отличие от миоглобина, теряется при обескровливании мяса и рыбы, что отражается на окраске мышечной ткани. Поэтому окраска сырого мяса на 90—95% определяется миоглобином и на 2-5% — гемоглобином [168]. Результаты последних исследований показывают, что значительная часть НЬ удерживается в мясе после его обескровливания [183]. Таким образом, окраска сырого мяса зависит от содержания не одного, а двух гемовых белков: гемоглобина и миоглобина. Обычно окраска мяса самцов интенсивнее, чем мяса самок, а окраска мяса более взрослых животных интенсивнее, чем более молодых. Более темную окраску имеет мясо тех частей тела, которые при жизни испытывали большую мышечную нагрузку: на голени и бедре птицы мясо темнее, чем на грудке (табл. 18).

Молекула гемоглобина, как и большинства других белков, имеет четвертичную структуру, она состоит из 4 полипептидных цепочек (глобина), каждая из которых содержит гемовую группу. Таким образом, молекула НЬ содержит 4 гемовых группы. Молекулярная масса гемоглобина 65 кД [168]. Этот белок содержится в красных кровяных тельцах, его биологическая функция

заключается в транспортировании кислорода. В некоторых видах рыб гемоглобин может составлять 30% гемовых белков красного мяса и большую часть гемовых белков белого мяса [183].

Таблица 18. **Концентрация миоглобина в различных видах мяса [188]**

Вид мяса	Концентрация миоглобина (г в кг постного мяса)
Говядина	3,0–9,0
Молодая баранина	4,0–6,0
Телятина	1,0–2,5
Свинина	2,2–6,0
Птица, темное мясо	1,0–3,0
Птица, светлое мясо (грудка)	0,1–0,4

Миоглобин — водорастворимый глобулярный белок, имеющий молекулярную массу 17 кД [104, 168]. Он содержится в клетках мышц, его биологическая роль заключается в запасании кислорода. Содержание МЬ в мышечной ткани зависит от множества факторов: типа мышечных волокон, мускульной активности, запасов кислорода, циркуляции крови, возраста животного [183]. Молекула миоглобина содержит одну гемовую группу.

Гемовые группы гемоглобина и миоглобина представляют собой плоские пор-фириновые кольца с центральным атомом железа, связанным с шестью лигандами (рис. 11). Гемовые группы способны связывать молекулы различных газов (O_2, N0, CO), а ион железа может иметь разную степень окисления (Pe^{2+}, Pe^{3+} и Pe^{4+}). Эти факторы определяют окраску мышечной ткани. Гемовые белки присутствуют в мясе наземных животных и рыб в трех равновесных формах: дезокси-НЬ/МЬ, окси-НЬ/МЬ и мет-НЬ/МЬ, взаимные превращения которых схематично представлены на рис. 12. Мясо после тепловой обработки содержит также денатурированный глобин. Степень окисления центрального атома играет ключевую роль в окраске различных форм гемовых белков (табл. 19). Кроме того, разные формы гемовых белков по-разному ведут себя по отношению к кислороду. Дезокси-НЬ/МЬ не связывают кислород, окси-НЬ/МЬ связывают, а мет-НЬ/МЬ теряют. Окси-форма гемовых белков представляет собой относительно неустойчивое комплексное соединение, легко диссоциирующее, если снижается концентрация кислорода или величина pH [183].

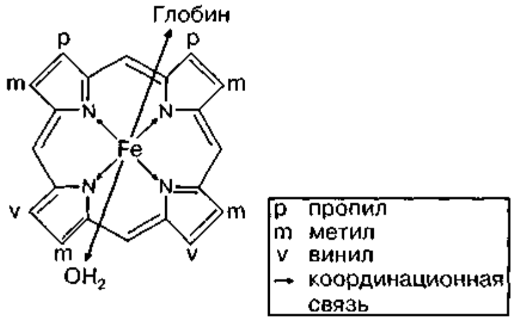


Рис. 11. Гемовая группа [188]

Таблица 19. **Различные формы гемовых белков (по материалам [168, 183, 188])**

Форма гемовых белков	Степень окисления центрального атома Fe	Окраска мяса	Состояние глобина
Дезокси-	+2	Пурпурно-красная	Нативный
Окси-	+2	Ярко-красная	Нативный
Мет-	+3	Коричневая	Нативный
Денатурированный глобин	+3	Серая	Денатурированный

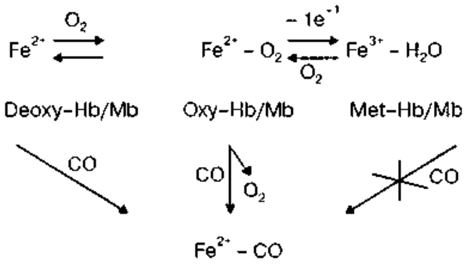


Рис. 12. Окислительно-восстановительные реакции и обмен лигандами в гемовой группе гемоглобина и миоглобина [183]

Окраска мяса определяется присутствием и соотношением различных форм гемовых белков (табл. 20).

Таблица 20. **Зависимость окраски мяса от содержания мет-формы (по материалам [168])**

Содержание мет-формы, % от общего количества гемовых белков	Окраска мяса
< 30	Интенсивная красная
30–45	Приглушенная красная
45–60	Коричневато-красная
60–75	Красновато-коричневая
> 75	Коричневато-серая

При хранении мяса или рыбы в замороженном виде гемовые белки подвергаются автоокислению, которое заключается в превращении окси- и дезокси-форм в мет-форму. Это приводит к появлению неприятной коричневой

окраски. Ее интенсивность зависит в первую очередь от pH мышечной ткани: низкое значение pH ускоряет автоокисление гемовых белков [183]. Температура и присутствие кислорода также сильно влияют на процесс автоокисления. Чем температура выше, тем быстрее он протекает. Окисление гемовых белков ускоряется, если давление кислорода слишком низкое (т. е. если преобладает дезокси-форма) или очень высокое (большое количество молекул кислорода ускоряет автоокисление) [183]. Свет также ускоряет автоокисление гемовых белков. Гемовые белки содержатся в мясе разных животных и рыб в различном количестве и обладают разной стабильностью, кроме того, количество окислителей в разных видах мяса тоже различно (в темном мясе их существенно больше, чем в светлом) (см. табл. 18). Поэтому склонность к покоричневению у разных видов мяса различна.

Контролировать все перечисленные факторы в промышленных условиях крайне сложно. Одним из способов сохранения естественной окраски является очень быстрое замораживание и хранение при очень низкой температуре (см. раздел «Охлаждающие и замораживающие агенты»). При этом минимизируется денатурирование и окисление гемовых белков, но практически это осуществить трудно. Другим способом является обработка мяса газами для стабилизации гемовых белков против окисления. Таким газом, во-первых, является закись азота N0, широко используемая в мясопереработке, во-вторых, окись углерода CO. N0 связывает гемовые белки в 3000 раз лучше, чем CO [183]. Присоединение N0 к тему приводит к появлению розоватой окраски, привычной в мясных изделиях, но нетипичной для большинства видов рыб. К тому же она нестабильна на свету. Молекула CO имеет сродство к Hb и Mb примерно в 27 раз большее, чем молекула O_2 [183]. Белок, связанный с CO, обеспечивает яркий вишнево-красный цвет мяса рыбы. CO может вытеснять кислород из окси-форм гемовых белков, может присоединяться к дезокси-формам, но не может связываться с мет-формами, в которых степень окисления железа +3 (рис. 12). Не исключается также, что мет-форма может превратиться в окси- или дезокси-форму, которые способны связать CO.

Стабилизаторы/фиксаторы окраски

В мясной промышленности фиксаторы окраски (цветорсгулирующие материалы) необходимы для стабилизации красного окрашивания мясопродуктов, в рыбоперерабатывающей — для стабилизации окрашивания мяса красной рыбы. О формировании окраски свежего мяса и свежей красной рыбы см. выше.

Продукты переработки мяса имеют обычно привлекательнцую красную окраску, которой они обязаны нитриту натрия $MaNO_2$ (E250). Нитрит натрия может применяться в пищевой промышленности в чистом виде или в форме нитритной посолочной смеси, т. е. разбавленным поваренной солью в соотношении от 1:200 до 1:250. В некоторых странах (Германия) использование нитрита в чистом виде на пищевых предприятиях вообще не допускается. На российские пищевые

предприятия нитрит натрия поступает в упаковке до 3 кг, его хранят отдельно в закрытом специальном помещении. Лица, работающие с нитритом (составитель фарша и засольщик), проходят специальный инструктаж и утверждаются директором предприятия. В цех нитрит натрия поступает только в виде раствора 2,5%-ной концентрации. Применять нитрит натрия в сухом виде категорически запрещается. Не израсходованный в цехе в течение суток раствор нитрита натрия сливают в канализацию.

При добавке нитрита к мясному продукту происходит восстановление NO_2 до N0. Закись азота — очень реакционноспособный газ и сильный окислитель, он сразу связывается с гемовыми белками. Процесс образования относительно устойчивых нитрозомиоглобина и нитрозогемоглобина зависит от величины pH, времени, температуры, присутствия усилителей цвета и протекает по следующей схеме:

$$3NO_2^- + 3H^+ \rightarrow 3HNO_2 \qquad (1)$$

$$3HNO_2 \rightarrow HNO_3(H^+ + NO_3^-) + H_2O + 2NO \qquad (2)$$

$$NO + \text{гемовые белки} \rightarrow \text{нитрозомиоглобин} + \text{нитрозогемоглобин} \qquad (3)$$

Реакция протекает при pH ниже 6,5, поскольку при более высоком значении pH азотистая кислота полностью диссоциирована и выделение закиси азота невозможно (рис. 13). Оптимальным значением pH для образования N0 является 5,3. В то же время изоэлектрическая точка актомиозинового комплекса находится при pH 5,2, а повышение влагоудерживающей способности требует pH 6,0-6,4. Компромиссом
между цветообразованием и влагоудержанием является значение pH 5,6-5,8 [168].

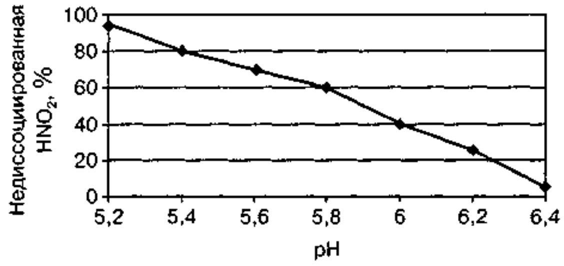


Рис. 13. Зависимость степени диссоциации азотистой кислоты от величины pH [*168*]

Иногда закись азота взаимодействует с присутствующими в мясе мет-формами гемовых белков с образованием нитрозометмиоглобина и нитрозометгемоглобина со степенью окисления центрального атома Fe^{3+} и окрашенных в красный цвет [168]. Нитрозомет-формы затем восстанавливаются до нитрозомиоглобина и нитрозогемоглобина, которые обеспечивают сравнительно устойчивую окраску сырого и соленого мяса [51, 168]. При термообработке происходит денатурация, сопровождаемая превращением

нитрозомиоглобина и нитрозогемоглобина в глобин и стабильные нитрозомиохромоген и нитрозогемохромоген соответственно (рис. 14). Эти превращения могут происходить также в кислой среде при pH 5,2 (изоэлектрическая точка) и ниже (ферментированные колбасы) или от суммарного воздействия низкой активности воды и высокой концентрации поваренной соли (вяленое мясо) [168,181].

Главными причинами нестабильной и недостаточно интенсивной окраски мясных продуктов могут быть:

- недостаточное количество гемовых белков;
- недостаточное количество нитрита;
- отсутствие или недостаточное количество усилителей цвета (аскорбиновой кислоты, аскорбатов, эриторбатов) — см. след, раздел;
- слишком короткий промежуток времени между добавкой нитрита и термообработкой;
- слишком большое количество кислорода в продукте [168].

Обработанный нитритом мясной продукт всегда содержит некоторое количество метмиоглобина/метгемоглобина и оксимиоглобина/оксигемоглобина, но преобладающей формой являются нитрозомиоглобин/нитрозогемоглобин. Зеленое окрашивание некоторых мясных продуктов (например, вареной ветчины) может быть следствием воздействия сильного окислителя H_2O_2, продуцируемого гетероферментативными бактериями Lactobacillus fluorescents, развивающимися в продукте. Дальнейшее окисление приводит к появлению желтоватого окрашивания. Достаточно интенсивная термообработка (70-72 °С) уничтожает Lactobacillus spp. Нежелательные зеленоватые и желтоватые оттенки мясных продуктов часто имеют причиной неудовлетворительное санитарное состояние предприятия. Комплексы, содержащие N0, подвержены фотодиссоциации, поэтому хранить мясные и рыбные продукты лучше в темном месте.

Птица иногда может быть окрашена в розовый цвет из-за загрязнения ее нитритом через специи, воду или другие виды сырья.

Помимо стабилизации красной окраски мяса, в производстве мясопродуктов нитрит усиливает бактерицидное действие, оказываемое солью, кислотами и нагреванием («эффект Периго»), и защищает содержащийся в мясе жир от окислительной порчи. Наряду с этим нитрит участвует в создании аромата продукта при солении.

Для проявления всех этих эффектов нитрита необходима его дозировка 50-100 мг/кг мяса. В таком количестве нитрит еще не оказывает прямого токсичного действия. Он может, особенно при нагревании, реагировать с всегда содержащимися в мясопродуктах первичными и вторичными аминами с образованием нитрозосоединений. Некоторые из них необходимы для формирования аромата и цвета, но при температуре выше 120 °С образуются также (несколько мг/т) канцерогенные нитрозамины. Поэтому применение нитритной посолочной смеси для жареной колбасы не разрешено, также не

рекомендуется жарить соления. Нитриты в смесях с органическими веществами очень реакционноспособны, поэтому нитритную посолочную смесь можно применять только в чистом виде [123, 181].

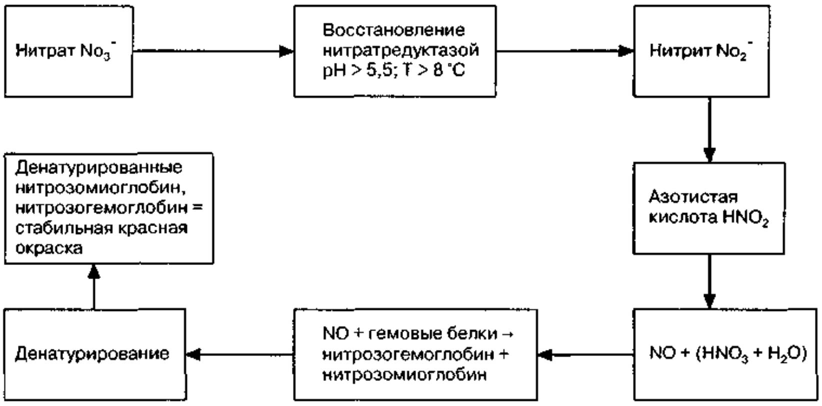


Рис. 14. Схема превращений гемовых белков под действием нитратов/нитритов и термообработки

Иногда вместо нитритов в мясопродуктах используют нитраты Е251 и Е252, хотя действующими веществами в данном случае остаются нитриты, в которые нитраты превращаются под действием ферментов и бактерий [123, 168]. Действующим ферментом является нитратредуктаза, продуцируемая бактериями, например, Micrococcus spp. [168]. Нитратредуктаза активна при pH выше 5,5 и температуре выше 8 ^{0}С. Нитратредуктаза не содержится в мясе, кроме того, оно обычно хранится при более низкой температуре. При этом количество нитрита, образовавшегося из нитрата, крайне трудно контролировать, поэтому в ряде стран нитраты в мясопродуктах запрещены, а если и разрешены, используются нечасто.

К применению в мясных продуктах в РФ в качестве стабилизаторов окраски и консервантов разрешено использовать нитрат калия Е252, нитрат натрия Е251 по отдельности или в комбинации в количестве до 250 мг/кг в пересчете на$NaNO_3$ (остаточные количества) [37, п. 3.3.13, 3.12.3], нитрит калия Е249, нитрит натрия Е250 по отдельности или в комбинации в количестве до 50 мг/кг в пересчете на $NaNO_2$ (остаточные количества) [37, п. 3.3.14, 3.12.4]. Поскольку максимально разрешенные дозировки приводятся в пересчете на нитрат и нитрит натрия, может возникнуть необходимость пересчета при использовании нитрата и нитрита калия. Исходя из молекулярных масс этих веществ, можно вычислить коэффициенты пересчета: 1 часть нитрита натрия соответствует 1,23 части нитрита калия; 1 часть нитрата натрия соответствует 1,19 части нитрата калия.

Интенсификаторы окраски

Превращение гемовых белков в нитрозомиоглобин/нитрозогемоглобин под действием нитритов протекает в мясных продуктах, где pH обычно 5,5-6,2,

достаточно медленно [168]. Кроме того, низкая температура тоже замедляет процесс. Добавка аскорбиновой кислоты Е300, аскорбатов Е301-305, изоаскорбиновой (эри-торбовой) кислоты Е315, изоаскорбатов Е316, лимонной кислоты Е33О, глюко-но-дельта-лактона (ГДЛ) Е575 ускоряет формирование окраски мясных продуктов, кроме того, она усиливается и дольше сохраняется. Действие всех этих веществ основано на снижении рН, в результате чего возрастает доля недиссоциированной азотистой кислоты в системе (см. рис. 13). Следовательно, увеличивается количество образующегося из кислоты N0, который взаимодействует с гемовыми белками и усиливает красную окраску. В целом эти вещества повышают эффективность использования нитритов, позволяя снизить дозировку последних [146]. Добавки, снижающие рН, не рекомендуется использовать в продуктах с высоким уровнем замены мясного сырья. Кроме того, интенсификаторы окраски имеет смысл добавлять только в случае использования в качестве стабилизаторов окраски нитритов. При использовании нитратов интенсификаторы окраски не работают [168].
N0 может образовываться из азотистой кислоты не только по реакции (2), но и по прямой реакции с аскорбиновой кислотой:

$$2HNO_2+C_6H_8O_6\text{---}2NO+2H_2O+C_6H_6O_6 \qquad (4)$$

В результате этой реакции аскорбиновая кислота превращается в дегидроаскорбиновую. Аскорбиновая кислота, помимо прямого стабилизирующего, оказывает и побочное действие. Она выполняет роль синергиста антиоксидантов, препятствуя образованию перекисей, которые способствуют окислению миоглобина/гемоглобина до метмиоглобина/метгемоглобина. Недавними исследованиями установлено,
что концентрат пропионовокислых бактерий, используемый при производстве колбас, позволяет снизить количество вносимого нитрита на 30% от установленной нормы без ухудшения цвета готовых колбасных изделий [153].

Аскорбат стабилизирует красное окрашивание мясных продуктов без термообработки, упакованных в вакууме, но ускоряет обесцвечивание, если продукт хранится в присутствии кислорода и на свету. Под действием кислорода нестабильные нитрозомиоглобин/нитрозогемоглобин отщепляют N0, а аскорбат ускоряет этот процесс [168].

В производстве эмульгированных продуктов аскорбиновую кислоту не рекомендуется вносить одной порцией, а в производстве рассольных продуктов ее не следует добавлять в рассол, содержащий нитрит. Если аскорбиновая кислота и нитрит вступают в прямой контакт, они взаимодействуют друг с другом с образованием оксидов азота N0 и NO_2. Причем в присутствии кислорода N0 быстро превращается в NO_2 по реакции:

$$2NO+O_2\text{---}2NO_2$$

В рассолах для ветчин, характеризующихся значениями рН 7,6-8,4, аскорбат и изоаскорат натрия не превращаются в соответствующие кислоты и поэтому взаимодействие между ними и нитритами отсутствует. Оно начинается

только после шприцевания в мясо, где кислотность среды выше [168]. Использование натриевых солей вместо кислот для ускорения цветообразования в мясных продуктах считается более эффективным, хотя их дозировка немного выше из-за большей молекулярной массы (Приложение 9). Аскорбат обычно используют в количестве 0,4-0,6 г/кг готового продукта, а изоаскорбат — в количестве 0,5-0,8 г/кг готового продукта [168].

В РФ в качестве стабилизаторов окраски в мясные и рыбные продукты разрешено использовать аскорбиновую кислоту Е300, аскорбат калия Е303, аскорбат кальция Е302, аскорбат натрия Е301 по отдельности или в комбинации и в количестве согласно ТИ [37, п. 3.12.1]; изоаскорбииовую (эриторбовую) кислоту Е315, изоаскорбат калия Е317, изоаскорбат кальция Е318, изоаскорбат натрия Е316 по отдельности или в комбинации в мясные продукты из измельченного мяса, фарша, ветчинные изделия, пресервы, консервы — в количестве до 500 мг/кг в пересчете на изоаскорбиновую кислоту; в рыбные пресервы, консервы, рыбу с красной кожей мороженую — в количестве до 1,5 г/кг в пересчете на изоаскорбиновую кислоту [37, п. п. 3.4.8, 3.12.2].

Дозировка глюконо-дельта-лактона (ГДЛ) как усилителя цвета мясных продуктов обычно составляет 1-2 г/кг фарша. Его добавляют в конце процесса куттерова-ния. Если ГДЛ используется в сочетании с лимонной кислотой, рекомендуемая дозировка такой смеси — 1 г/кг фарша. Такая добавка снижает pH примерно на 0,2 единицы. Лимонную и молочную кислоты иногда добавляют в фарш для сосисок в дозировке 0,7-1,0 г/кг.

При посоле мясного сырья и мясных продуктов вместе с солью и нитритом часто используют сахар или глюкозу (декстрозу). Добавление Сахаров не только улучшает вкус продукта, но и увеличивает устойчивость окраски соленых продуктов и способствует жизнедеятельности молочнокислых микроорганизмов. Для улучшения окраски достаточна доза сахара 0,20-0,26 % [51].

Коптильный дым также оказывает существенное влияние на цвет копченых продуктов. Основными цветообразующими веществами коптильного дыма являются карбонильные соединения, фенолы тоже способствуют образованию специфического цвета копченых продуктов [168]. Они адсорбируются на поверхности мяса, птицы, рыбы, колбас и взаимодействуют с аминами с образованием веществ, придающих цвет копчености. Чем выше влажность поверхности, тем больше цветообразующих веществ адсорбируется на ней. Для получения привлекательного однородного золотистого цвета изделий нужно обеспечить равномерную влажность их поверхности. Если изготовитель хочет получить в результате копчения темный или черный цвет поверхности, нужно обеспечить в коптильной камере высокую влажность (80-85%), а время сушки сократить.

Отбеливатели

Отбеливатели (отбеливающие вещества) устраняют нежелательную окраску сырья или пищевого продукта и предотвращают ее появление путем

химической реакции с компонентами продукта. По химической природе отбеливатели часто являются окислителями. Их действие основано на выделении активного кислорода, который взаимодействует с нежелательными красящими веществами сырья или продукта, превращая их в неокрашенные соединения [125].

Наиболее активно отбеливатели (прежде всего окислитель перекись водорода) используются в производстве рыбной продукции: рыбных консервов и пресервов, рыбных маринадов, крабового мяса, мяса тресковых пород рыб. В мясопереработке отбеливанию подвергают кишки. Кроме того, одним из популярных способов фальсификации является отбеливание темного мяса птицы (например, бедра) для придания ему вида более привлекательного и полезного белого мяса (например, грудки)
[168].

Перекись водорода в чистом виде — бесцветная прозрачная маслянистая нестабильная жидкость. В продаже встречается в виде водных растворов. В пищевой промышленности обычно используются растворы концентрации 30-50% [123]. Перекись водорода является очень сильным окислителем, отбеливающим мясо, но не разрешенным для этих целей ни в одной стране мира. В РФ в кровь боенскую для обесцвечивания совместно с каталазой разрешено добавлять перекись водорода в количестве согласно ТИ [37, п. 3.3.16]. Фермент катализа добавляется в целях разрушения остаточных количеств перекиси водорода.

Обработка поверхности рыбы растворами кислот также способствует ее осветлению.

Пищевые красители

Пищевые красители — это вещества, окрашивающие пищевые продукты.

В современных условиях производители мясных продуктов часто вынуждены использовать значительные количества неокрашенных ингредиентов белковой и углеводной природы (белково-жировых эмульсий, стабилизаторов из свиной шкурки, белковых препаратов животного и растительного происхождения, различных видов муки и крахмала, гидроколлоидов, клетчатки) [51]. Это приводит к ухудшению цвета готовой продукции за счет снижения содержания естественных красителей, присутствующих в мясном сырье (миоглобина и гемоглобина). Кроме того, использование светлого мяса (*PSE*) — свинины, мяса птицы — тоже снижает интенсивность окраски готового продукта [51].

В рыбоперерабатывающей промышленности пищевые красители обычно используют для имитации продуктов, получаемых из менее ценного сырья, а также при производстве некоторых других продуктов (например, аналоги красной икры).

Для компенсации потери окраски мясных продуктов в промышленности используют красители на основе крови (препарат гемоглобина, кровь говяжью или свиную пищевую стабилизированную или дефибринированную [51]), которые не считаются пищевыми добавками, и собственно пищевые красители.

В переработке мяса и рыбы используют натуральные органические, минеральные и синтетические красители.

Натуральные (природные) красители

Натуральные (природные) красители (табл. 21) — это красящие вещества, выделенные физическими способами из растительных и животных источников. Иногда их подвергают химической модификации для улучшения технологических и потребительских свойств. Ряд красителей получают не только их выделением из природного сырья, но и синтетически. Например, (З-каротин, полученный микробиологическим путем, по своему химическому строению соответствует (З-каротину, выделенному из моркови [22, 157]. При этом натуральный [З-каротин существенно дороже и поэтому редко используется в пищевой промышленности как краситель [157].

Сырьем для натуральных пищевых красителей могут быть ягоды, цветы, листья, корнеплоды и т. п., часто в виде отходов переработки растительного сырья на консервных и винодельческих заводах [57,154]. Содержание красящих веществ в растительном сырье зависит от климатических условий произрастания и времени сбора, но в любом случае оно относительно невелико (обычно несколько процентов или доли процента). Количество других химических соединений — сахаристых, пектиновых, белковых веществ, органических кислот, минеральных солей и т. д. — может превышать содержание красящих в несколько раз. Эти вещества не представляют опасности для здоровья, а часто даже полезны для человека, но своим присутствием снижают интенсивность окрашивания готового продукта. При производстве препаратов натуральных красителей от побочных веществ в той или иной степени избавляются. Современные технологии позволяют получать препараты натуральных пищевых красителей с заданными свойствами и стандартным содержанием основного красящего вещества [22, 23, 57, 67, 154].

По химической природе красящие вещества растительного происхождения чаще всего относятся к флавоноидам (антоцианы, флавоны, флавонолы) и каротинои-дам [23, 57]. Антоцианы (Е163) окрашивают лепестки цветов различных растений, их плоды и ягоды в самые разнообразные цвета — розовый, красный, синий, фиолетовый. Они обычно не используются в мясной и рыбоперерабатывающей промышленности. Флавоны и флавонолы — широко распространенные желтые красящие вещества. Они обнаружены в петрушке, пшенице, рисе, цветках хризантемы. Желтую и оранжевую окраску растениям чаще всего придают каротиноиды (Е160 и Е161) [68]. Это весьма многочисленная группа растительных пигментов. Наиболее важный из них — β-каротин (Е160а), который, кроме того, в организме человека является источником витамина А и антиоксидантом. Он содержится в моркови, от латинского названия которой (carota) получила свое наименование вся эта группа пигментов. Желтая окраска семян кукурузы обусловлена тремя каротиноидами: каротином, зеаксантином и криптоксантином. Красная окраска плодов помидоров и шиповника определяется

ликопином (E160d) [123]. Широко используются в переработке мяса и рыбы маслосмолы паприки E160c, которые не только подкрашивают продукты, но и придают им вкус и аромат. Красящая способность товарных форм маслосмол паприки обычно составляет 20 000-100 000 единиц цвета (*co*lour units,CU). Природным желтым красителем является также куркумин (E100), принадлежащий к группе халконовых и оксикетоновых красителей. Он встречается в продаже в двух формах: порошок турмерика (размолотые корневища) и экстракт куркумы (маслорастворимые жидкости). Цвет красной свеклы обусловлен присутствием в ней беталаинового красителя бетанина (E162). Еще один красный краситель из группы хинонов — кармин (E120) — получают из насекомых кошенили.

Таблица 21. **Характеристики основных натуральных красителей для производства продуктов переработки мяса и рыбы**

Краситель	Код Е	Цвет	Примеры нахождения в природе	Светостойкость	Термостойкость	Кислотостойкость	Устойчивость к фруктовым кислотам	Примечание
Аннатоэкстракты	E160b	От желтого до оранжевого	Внешний слой семян олеандрового дерева	Хорошая	Умеренная	Хорошая	Хорошая	Маслорастворимые жидкости или водорастворимые порошки
Кармины	E120	Красный	Тела самок насекомых кошенили	Отличная	Отличная	Хорошая	Хорошая	В кислой и нейтральной среде — красный цвет, товарные формы растворимы в воде
Каротины	E160a	От желтого до оранжевого	Морковь, красное пальмовое масло	Плохая	Хорошая	Хорошая	Хорошая	Маслорастворимы, легко окисляются, существует множество вододиспергируемых товарных форм
Красный свекольный	E162	Красный	Красная свекла	Умеренная	Умеренная	Хорошая	Хорошая	Водорастворим, наиболее стабилен при 3,5<pH<5, не рекомендуется подвергать длительному нагреванию
Куркумин	E100	Желтый	Корневища куркумы	Плохая	Хорошая	Хорошая	Хорошая	Маслорастворим, но существуют вододиспергируемые товарные формы

Лютеин	E 161b	От желтого до оранжевого	Люцерна, зеленая трава	Хорошая	Хорошая	Хорошая	Хорошая	То же
Маслосмолы паприки	E 160c	От оранжевого до красного	Кожура паприки	Умеренная	Умеренная	Умеренная	Умеренная	Маслорастворим, легко окисляется, существуют вододиспергируемые товарные формы
Сахарный колер I простой	E150a	Коричневый	Образуется при «поджаривании» сахара (жженка)	Отличная	Отличная	Плохая	Плохая	Водорастворим
Сахарный колер IV	E150d	Коричневый	Образуется при термообработке сахара с добавкой сульфитных и аммонийных соединений	Отличная	Отличная	Отличная	Отличная	Водорастворим

К природным принято относить сахарный, или карамельный, колер (Е150). В зависимости от использованных катализаторов различают четыре вида сахарного колера: Е150а, Е150b, Е150с, Е150d. Для подкрашивания мясных изделий и продуктов переработки рыбы обычно используют два вида карамельного колера: Е150а или Е150d. Несмотря на простоту названия, химические процессы, проходящие при ка-рамелизации, очень сложны, и лишь в начале прошлого века карамельный краситель стали получать в промышленности, а в Россию промышленные карамельные, или сахарные, кол еры пришли около 15 лет назад. В производственных условиях карамельные колеры получают с использованием катализаторов, ускоряющих реакции в сахарном сиропе. В качестве катализаторов применяются кислоты, щелочи и соли пищевого качества [99].

Красный рисовый краситель (ферментированный рис) образуется в результате жизнедеятельности живущих на рисе грибов «ангкак» (*Monascus purpureus*) *или* других видов грибов рода *Monascus* [123]. Он имеет сложный химический состав. В продаже имеются нерастворимый ни в воде, ни в масле ферментированный рис и водорастворимые продукты *M. purpureus*. По внешнему виду ферментированный рис представляет собой красно-коричневый гранулят, а препараты *M. purpureus* — красно-коричневые порошки [123]. Пожалуй, единственной областью использования ферментированного риса является окрашивание мясо- и рыбопродуктов. Правда, его пищевое применение в настоящее время вызывает неоднозначную реакцию [132, 169]. В Японии, Китае и странах Юго-Восточной Азии ферментированный рис и продукты *M. purpureus* применяются для окрашивания, например, ветчины, колбасных изделий, белковых продуктов, напитков в дозировке 1 — 10 г/кг [123]. В РФ в мясные изделия разрешено добавлять в качестве красителя красный рисовый в количестве согласно ТИ [37, п. 3.11.5]. В странах ЕС он не имеет разрешения в качестве пищевой добавки [164].

В зависимости от вида и товарной формы природные красители в разной степени чувствительны к воздействию кислот, в том числе фруктовых, щелочей, кислорода воздуха, температуры и подвержены микробиологической порче. Препараты натуральных пищевых красителей могут выпускаться в виде порошков (кристаллических), паст или жидкостей, в масло-, вододиспергируемой (растворимой) формах или в форме лаков [22, 41, 67, 124, 152]. Содержание основного красителя нормировано и составляет от десятых долей процента до 100%. Это позволяет всегда подобрать препарат, который удобно дозировать и вносить в продукт [22, 23, 57, 67, 124, 152].

При изготовлении мясных и рыбных продуктов в качестве красителей разрешено использовать, согласно ТИ: антоцианы Е163, каротины Е160а, красный свекольный Е162, маслосмолы паприки Е160с, рибофлавин Е101, сахарный колер Е150а, Ь, с, с! — все в количестве согласно ТИ [37, п. 3.11.3]. Другие натуральные красители разрешено использовать ограниченно [37, п. 3.10.12; 3.10.13; 3.10.14; 3.11.1; 3.11.2; 3.11.4,3.11.5].

Неорганические (минеральные) красители

Минеральные красители содержатся в природных минералах, из которых их можно выделять, но эти красители также можно синтезировать химическим путем.

В переработке мяса и рыбы используются два минеральных красителя: диоксид титана Е171 и углекислые соли кальция (карбонаты кальция) Е170, которые часто относят к отбеливателям, хотя эти вещества не вступают в химическую реакцию с компонентами пищевых продуктов. Правильнее называть их красителями. Эти порошки, добавленные, например, к рыбному фаршу или продуктам из мяса птицы, делают их светлее [168].

Диоксид титана (ТЮ$_2$) представляет собой белый аморфный порошок, не растворимый в воде и органических растворителях. В природе он встречается в виде минералов рутила, анатаза, брукита и др. [123]. В промышленности краситель выделяют из титансодержащих руд (рутила, ильменита и др.). В РФ его разрешено добавлять (согласно ТИ) в качестве красителя во все пищевые продукты за исключением тех, подкрашивание которых не допускается в соответствии с разд. 3 СанПиН 2.3.2.1293-03, в количестве, установленном в ТИ [37, п. 3.11.3].

Под углекислыми солями кальция понимают кальций углекислый (карбонат кальция) — Е170i и кальций углекислый кислый (бикарбонат кальция) — Е170ii.

Карбонат кальция (мел) $CaCO_3$ представляет собой порошок белого цвета, практически не растворяющийся в воде (при комнатной температуре растворимость в воде составляет 1,4 мг/л). В природе мел встречается в минералах кальците, арагоните, ватерите и др. [123]. В промышленности получается взаимодействием $CaC1_2$ с Na_2CO_3.

Бикарбонат *кальция* (гидрокарбонат кальция) $Ca(HCO_3)_2$ представляет собой хорошо растворимые в воде бесцветные кристаллы или порошок белого цвета. Существует только в виде водных растворов. В промышленности получают растворением $CaCO_3$ в воде в присутствии CO_2

В РФ при производстве мясных и рыбных продуктов в качестве красителей разрешено использовать, согласно ТИ, диоксид титана Е171, карбонаты кальция Е170, оксиды железа Е172 в количестве, установленном в ТИ [37, п. 3.11.3]. Карбонаты кальция разрешены также в качестве соли и носителя-наполнителя, согласно ТИ, в количестве, установленном в ТИ [37, п.п. 3.2.22, 3.16.24].

Синтетические красители

Синтетические пищевые красители — это органические соединения, не встречающиеся в природе, т. е. искусственные. Почти все они используются в мировой пищевой промышленности уже десятки лет.

Синтетические пищевые красители (табл. 22), в отличие от натуральных, не обладают биологической активностью и не содержат ни вкусовых веществ, ни витаминов [23, 41, 124, 136]. При этом они обычно менее чувствительны к

условиям промышленной переработки и хранения, чем натуральные.

Таблица 22. **Основные свойства пищевых синтетических красителей, используемых в производстве продуктов переработки мяса, птицы и рыбы**

Краситель	Код E	Цвет водного раствора	Светостойкость	Термостойкость	Кислотостойкость	Устойчивость к фруктовым кислотам
Азорубин (Кармуазин)	E122	Малиновый	Хорошая	Хорошая	Хорошая	Хорошая
Желтый «солнечный закат»	E110	Оранжевый	Хорошая	Отличная	Отличная	Отличная
Красный очаровательный AC	E129	Красный*	Хорошая	Отличная	Отличная	Отличная
Коричневый HT	E155	Красно-коричневый	Отличная	Отличная	Хорошая	Хорошая
Понсо 4R	E124	Красный**	Хорошая	Хорошая	Хорошая	Хорошая
Тартразин	E102	Желтый	Хорошая	Отличная	Отличная	Отличная

* оттенок, как у Понсо 4R.

** оттенок, как у красного очаровательного.

Синтетические красители применяют индивидуально и в смесях друг с другом. Смеси красителей используются для получения цветов и оттенков, которые нельзя приготовить с помощью индивидуальных красителей. Смешивать красители можно самостоятельно на предприятии, при этом рекомендуется использовать 1%-ные растворы индивидуальных красителей (см. Приложение 2).

Синтетические пищевые красители представляют собой водорастворимые органические соединения. Они выпускаются в виде порошков или гранул. При применении порошкообразных синтетических красителей, особенно на крупных производствах, существуют некоторые проблемы. При отвешивании, пересыпании и других технологических операциях они пылят, загрязняя при этом поверхность оборудования, спецодежду, полы и стены помещения и увеличивая потери красителя. Решением этой проблемы является использование гранулированных красителей [152]. Препараты синтетических пищевых красителей содержат, как правило, 80-85% основного красителя, но могут также изготавливаться с наполнителем (хлоридом натрия (поваренной солью), сульфатом натрия или сахаром) [136]. Содержание основного красящего вещества в таких товарных формах, как правило, составляет от 40 до 75%. Иногда в продаже встречаются водные растворы красителей [125].

Высококонцентрированные натуральные и синтетические пищевые красители рекомендуется использовать, предварительно растворив или диспергировав их в небольшом количестве питьевой воды. В производстве мясных и рыбных продуктов используют водо-, жирорастворимые (диспергируемые) и нерастворимые формы красителей (лаки). Водорастворимые красители применяют в виде растворов в воде (Приложение 2).

При работе с красителями нельзя применять посуду из оцинкованного

железа и алюминия, так как большая часть красителей склонна реагировать с этими металлами, особенно в кислых растворах, с образованием нерастворимых лаков. Можно использовать эмалированную посуду, посуду из пищевой пластмассы или нержавеющей стали. Ионы кальция и магния, содержащиеся в жесткой воде, также могут давать осадки с красителями (лаки), поэтому при приготовлении растворов красителей во избежание помутнений рекомендуется использовать умягченную воду. Оттенок цвета раствора азорубина (Е122) зависит от качества воды и может меняться от голубовато-красного до желтовато-красного. Интенсивность окрашивания продукта возрастает при увеличении дозировки красителя не бесконечно, при достижении определенной концентрации она перестает возрастать. При использовании смесевых красителей различная скорость обесцвечивания индивидуальных составляющих красителя может привести к изменению оттенка цвета продукта.

Выбор и дозировка красителей для производства конкретного продукта зависят от желаемого цвета и требуемой интенсивности окраски, а также от его состава и физико-химических свойств [14]. Следует также принимать во внимание стойкость (см. табл. 20) самого красителя, особенно натурального, и рекомендации фирмы-изготовителя. Замена синтетического красителя (индивидуального) одной фирмы на краситель другой фирмы не приведет к изменению оттенка цвета (если красители не фальсифицированы). Смена производителя натурального красителя может привести к изменению оттенка и интенсивности цвета изделия. Дозировки товарных форм натуральных пищевых красителей могут колебаться в очень широких пределах, при их использовании следует учитывать рекомендации производителя. Рекомендуемые ориентировочные дозы синтетических красителей обычно составляют несколько десятков граммов на тонну сырья. Максимальное содержание красителей в готовом продукте не должно превышать норм, установленных «Гигиеническими требованиями по применению пищевых добавок» [37].

Красители в разных странах принято называть поразному, кроме того, их часто продают под торговыми названиями. Для идентификации красителей существует справочник *Co*1*ou*r 1*п*d*ex* (C.I.). В этом справочнике каждому красителю определенной химической структуры присвоен пятизначный номер и приведены различные его названия. Эта информация на русском языке опубликована в [123].

Красители азорубин (Е 122, кармуазин), красный очаровательный АС (Е 129), бета-апокаротиновый альдегид (Е 160е), бета-апо-8-каротиновой кислоты этиловый эфир (Е 160f), желтый «солнечный закат FCF» (Е 110), желтый хинолиновый (Е 104), зеленый S (Е 142), индигокармин (Е 132), кармин (Е 120, кошениль), коричневый НТ (Е 155), куркумин (Е 100), ликопин (Е 160d), лютеин (Е 161b), понсо 4R (Е 124), синий блестящий FCF (Е 133), синий патентованный V (Е 131), тартразин (Е 102), черный блестящий PN (Е 151) по отдельности или в комбинации разрешено использовать в производстве мясных, рыбных и морепродуктов в

различных максимальных количествах, зависящих от вида продукта [37, п. 3.11.1]:

Пасты: рыбная и из ракообразных	100 мг/кг
Ракообразные полуфабрикаты вареные	250 мг/кг
Рыба «под лосося»	500 мг/кг
Рыбный фарш «сурими»	500 мг/кг
Икра рыбы	300 мг/кг
Рыба копченая	100 мг/кг
Мясные и рыбные аналоги на основе растительных белков	100 мг/кг
Съедобные покрытия колбас	Согласно ТИ

1.3. Улучшение вкуса и аромата

Ароматизаторы, натуральные эфирные масла и экстракты из растительного сырья вносят в продукты мясо- и рыбопереработки с целью:

- стабилизации аромата и вкуса;
- восстановления аромата и вкуса, утраченных в процессе переработки и хранения (перемороженные мясо, рыба);
- придания уникального узнаваемого вкуса и аромата, а также вкусового разнообразия [125].

Ароматизаторы

Каждому пищевому продукту присущи индивидуальные, характерные только для него, вкус и аромат. В их формировании принимают участие сотни гармонирующих друг с другом соединений, образующихся в процессе роста растений (эфирные масла), при получении пищевых продуктов под действием микроорганизмов или ферментов (сырокопченые колбасы), при термообработке (запекание, копчение) [38, 125, 135, 139]. Из продуктов питания выделено уже более 5000 различных аромато- и вкусообразующих (вкусоароматических) веществ: углеводородов, гетероциклических и карбонильных соединений, спиртов, кислот, эфиров и т. д. (табл. 23). Несмотря на такое разнообразие ароматических компонентов, их суммарное содержание в продукте может составлять лишь тысячные доли от его массы. Обычно часть этих соединений — физиологически неощутимые сопутствующие вещества. Одно или несколько соединений определяют основной аромат, а остальные — его нюансы. Под словом «аромат» в данном случае и далее понимается общее восприятие вкуса и запаха, обозначаемое в английском языке термином «флейвор» (flavour).

Таблица 23. **Количество ароматобразующих веществ в некоторых пищевых продуктах [104]**

Продукт	Общее количество	Углеводороды		Карбонильные соединения	Спирты и фенолы	Кислоты и лактоны	Эфиры	Сероорганические соединения	Другие соединения
		нормальные	гетероциклические						
Земляника	256	31	5	47	40	36	94	3	—
Цитрусовые	157	49	—	31	35	10	29	—	3
Помидоры	113	12	3	51	26	10	6	4	1
Обжаренные земляные орехи	187	29	69	40	19	32	8	8	11
Кофе	370	40	16	136	56	21	33	21	47
Какао-продукты	201	21	29	37	23	28	35	9	19
Коньяк	128	—	—	12	27	13	76	—	—
Пиво	183	6	2	20	44	30	61	9	1
Хлеб	174	2	19	70	23	32	17	9	2
Мясо птицы	189	35	12	54	23	7	3	20	35

Сырые мясо, рыба и птица обладают вкусом и запахом, сильно отличающимся от типичных вкусов и запахов продуктов мясо- и рыбопереработки, формирующихся при термической обработке или созревании бекона, копченой колбасы, запеченного окорока, соленой сельди и т. д. В процессе термообработки компоненты мяса и рыбы, так называемые предшественники аромата, вступают в химические реакции, в результате которых образуется большое количество вкусоароматических веществ, определяющих вкус и аромат мясных и рыбных изделий. Важнейшими вкусообразующими компонентами мяса и рыбы являются аминокислоты, пептиды, органические кислоты, нуклеотиды и т. д. [192]. Высокомолекулярные фибриллярные и саркоплазматические белки не участвуют в формировании вкуса и запаха, зато жировые компоненты, содержащиеся в мясе и рыбе, главным образом внутримышечные жиры, заметно влияют на вкус и аромат подвергнутых термообработке мясных и рыбных изделий. Причем это влияние может быть как положительным, так и отрицательным. Конечно, на профиль и интенсивность вкуса и аромата мясных и рыбных изделий влияют вид животного или рыбы, способ обработки, пол, условия содержания и питание животного/рыбы, свежесть и условия хранения готовых изделий. В мясных продуктах идентифицировано более 1000 летучих вкусоароматических веществ, принадлежащих к разным классам химических соединений: гетероциклические и ациклические азот-, кислород- и серосодержащие [192]. Кроме того, в формировании аромата и вкуса мясных и рыбных изделий принимают участие продукты расщепления жиров (табл. 24).

Таблица 24. **Относительное содержание отдельных ациклических и гетероциклических летучих соединений, образующихся в результате взаимодействия цистеина и рибозы в отсутствие или в присутствии говяжьих триацилглицеридов (ТАГ) и говяжьих фосфолипидов (ФЛ) [192]**

Соединение	Отсутствие липидов	ТАГ	ФЛ
2-меркапто-3-пентанон	1	0,72	0,49
3-меркапто-2-пентанон	1	0,77	0,47
2-фурилметантиол	1	0,67	0,63
2-метил-3-фурантиол	1	0,40	0,15
2-тиофентиол	1	0,32	0,03
2-метил-3-тиофентиол	1	0,08	0,01
2-пентил-пиридин	0	0,09	1
2-пентил-тиофен	0	0,00	1
2-гексил-тиофен	0	0,15	1
2-пентил-2-Н-тиапиран	0	0,10	1

Пищевые ароматизаторы (ранее в русском языке для них был принят термин «эссенция»), как правило, на 80-90% состоят из растворителей или носителей [52, 93]. Они определяют консистенцию, растворимость и стойкость ароматизатора. Остальные 10-20% — смесь тщательно подобранных вкусоароматических веществ.

Список индивидуальных вкусоароматических веществ, прошедших оценку безопасности и разрешенных органами здравоохранения для использования в производстве пищевых ароматизаторов, превышает 3000 и постоянно растет, в то время как список разрешенных пищевых добавок (красителей, подсластителей, подкислителей, пищевых консервантов, антиоксидантов и т. п.) в несколько раз меньше [37]. Вкусоароматические вещества могут быть натуральными, идентичными натуральным или искусственными.

Натуральные вкусоароматические вещества получают физическим (прессованием, экстракцией, дистилляцией), ферментативным или микробиологическим путем из исходных материалов растительного или животного происхождения [11, 125]. При этом вещества могут быть получены как сырыми, так и с использованием процессов традиционного приготовления пищи, включая сушку, поджаривание и ферментацию [197]. По различным причинам производство пищевых продуктов с использованием только натуральных вкусоароматических веществ невозможно: во-первых, из-за высокой стоимости исходного сырья; во-вторых, из-за ограниченности природных сырьевых ресурсов; в-третьих, из-за слабости или недостаточной стабильности существующих натуральных ароматов. Решить эти проблемы помогают «идентичные натуральным» вкусоароматические вещества.

Идентичный натуральному означает «такой же, как и природный». По химическому строению *идентичные натуральным вкусоароматические вещества* полностью соответствуют природным, но получены химическим синтезом или выделены химическим путем. Химическим синтезом получают,

например, 4-окси-3-метокси-бензальдегид (ванилин) и пара-оксифенил-3-бутанон (основной ароматообразующий компонент для ароматизатора малины) [125]. Для большинства идентичных натуральным вкусоароматических веществ характерна высокая стабильность, интенсивность и относительная дешевизна. Так, ванилин, являющийся продуктом, идентичным натуральному, полностью соответствует ванилину, содержащемуся в стручках ванили. При этом на ароматизацию продукта требуется в 40 раз меньше ванилина, чем дорогостоящей ванили. К тому же потребность в ванильном аромате столь велика, что в природе просто отсутствует необходимое количество этого растения.

Искусственные вкусоароматические вещества в природе не существуют. Их получают химическим синтезом. Искусственные вкусоароматические вещества отличаются высокой стабильностью, интенсивностью и дешевизной, например арованилон (этилванилин).

К какой из вышеописанных групп следует относить конкретное вкусоароматическое вещество, можно узнать из «Гигиенических требований по применению пищевых добавок» СанПиН 2.3.2.1293-03 [37].

Ароматизатор, в составе которого отсутствуют идентичные натуральным и искусственные вкусоароматические вещества, называют натуральным. Если в составе ароматической части ароматизатора отсутствуют искусственные вкусоароматические вещества, но есть хотя бы одно идентичное натуральному, ароматизатор имеет статус идентичного натуральному. Если в составе ароматизатора есть хотя бы одно искусственное вещество, он имеет статус искусственного [11, 125]. Кроме вышеперечисленных выделяют еще две группы ароматизаторов: технологические и коптильные [9]. Технологическими (реакционными) ароматизаторами называют ароматизаторы, полученные взаимодействием аминосоединений и редуцирующих Сахаров. Коптильные (дымовые) ароматизаторы получают из очищенных дымов, применяемых в традиционном копчении [9].

Ароматизаторы выпускаются в виде жидкостей или порошков, иногда паст. Исторически сложилось так, что жидкие ароматизаторы, выпускавшиеся в России по ОСТ 18-103-84, называли пищевыми ароматическими эссенциями. В то же время термин «эссенция» в общепринятом смысле означает только вытяжку легколетучих ароматических веществ из растительного сырья, например из кожуры цитрусовых плодов, лепестков цветов. В настоящее время российские пищевые ароматизаторы производятся согласно действующим ГОСТ Р 52177-2003 и ТУ и называются ароматизаторами, как это принято во всем мире [9, 134, 137].

Состав ароматизатора постоянен, его определяет специалист по запахам (флаворист, флейворист) [134]. Подобно тому, как существуют несколько видов бекона, созданы и различные ароматизаторы бекона: в разных версиях флейворист добивается различного профиля аромата и вкуса, подчеркивая ту или другую ноту. Более того, так же как одна и та же «Докторская» колбаса получается немного разной на разных предприятиях, ароматизатор этой колбасы

будет немного разным у разных производителей ароматизаторов. Название ароматизатора далеко не полностью описывает его вкус и аромат, не говоря уже об органолептических свойствах изделия, в котором он будет использован. Внесение одинаковых количеств одной и той же вкусоароматической добавки в рыбные консервы в масле и в натуральные рыбные консервы или в вареную и полукопченую колбасу может ощущаться по-разному. Причем различие может заключаться не только в интенсивности, но и в профиле вкуса и аромата. Кроме того, чрезвычайно важно, кто является потенциальным потребителем, в разных регионах даже одной страны вкусовые предпочтения могут довольно сильно различаться. Большое значение для проявления аромата и вкуса имеет также качество сырья, температура переработки, присутствие консервантов, содержание соли, сахара, других немясных компонентов и срок хранения изделия.

Коптильный дым — пожалуй, самый старый ароматизатор в мире. Его производят путем контролируемого пиролиза древесины. Обычно используется древесина твердых пород [88, 123]. Такие компоненты коптильного дыма, как формальдегид, лактоны и более 20 различных фенольных соединений (прежде всего гваякол и сирингол), вносят свой вклад в аромат копченых продуктов [168].

Собирая частицы дыма в коллекторе с водой, получают раствор. После его концентрирования и очистки от вредных для здоровья человека веществ (смолы, бенз(а)пирен), получают коптильные препараты (жидкие дымы, конденсаты дыма, коптильные жидкости, ароматы копчения) [88, 168]. Существует также способ низкотемпературного (ниже 40 °С) пиролиза при медленном нагреве древесины, который позволяет получать жидкий дым свободным от канцерогенных веществ и не требующим дополнительной очистки [77]. В исходное древесное сырье для пиролиза иногда добавляют различные растительные добавки, улучшающие аромат (плоды, листья и ветки можжевельника, шелуху лука, ветки розмарина, плоды шиповника, рябины, листья черной смородины, вишни, цветы липы, розы и др.) [138].

Обычно коптильные препараты представляют собой жидкости различной вязкости от светло-коричневого до темно-коричневого, почти черного цвета с запахом дыма и вяжущим вкусом [123]. Коптильные препараты могут также выпускаться на масляной основе или сухими [13]. Коптильные ароматизаторы на масляной основе производят смешиванием натуральных дымов и растительных масел. Сухие коптильные ароматизаторы производят так же, как и другие сухие ароматизаторы: распылительной сушкой раствора носителя (мальтодекстрина, желатина, крахмала, сухого глюкозного сиропа, соли поваренной и др.) и жидкого дыма на водной основе. Такие сухие коптильные ароматизаторы применяют в панировочных смесях, обсыпках, соусах. Их можно использовать и в производстве фаршевых мясных и рыбных изделий: их вносят в конце процесса фаршеприготовления.

Существует несколько способов внесения коптильных препаратов в продукт [168, 77]. Наиболее простым является добавка коптильного ароматизатора непосредственно в фарш эмульгированных мясопродуктов, полукопченых и

копченых колбас, ветчин или в заливку рыбных пресервов/консервов [77]. Этот способ не обеспечивает образования цвета копчения, поэтому его необходимо сочетать с поверхностной обработкой жидким дымом или традиционным копчением [77]. Поверхностная обработка чаще всего заключается в распылении коптильных ароматизаторов в коптильной камере на сухую поверхность продукта через форсунки с последующим 5-10-минутным подсушиванием. Эту операцию повторяют несколько раз до тех пор, пока не добиваются привлекательной золотисто-коричневой окраски [168]. Можно погружать продукт на некоторое время в раствор (тузлук) с коптильной жидкостью или орошать продукт раствором, а затем подсушивать [77]. Тушки птиц обрабатывают коптильными жидкостями замачиванием в водном растворе [113]. В цельномышечные продукты коптильные жидкости впрыскивают вместе с рассолом для шприцевания.

Примуществами коптильных ароматизаторов по сравнению с натуральным копчением являются следующие:

- готовый продукт всегда имеет стандартную окраску, аромат и вкус, поскольку жидкий дым является стандартизованным ингредиентом;
- коптильные жидкости не попадают в окружающую среду и не наносят ей вреда;
- облегчение очистки коптильных камер без применения специальных детергентов (иногда достаточно воды);
- жидкий дым не содержит бенз(а)пирена.

При выборе ароматизатора не следует делать вывод по первому обонятельному впечатлению — это верхние ноты аромата, которые в готовом продукте могут проявляться слабо. Важно, чтобы изготовитель рекомендовал ароматизатор для использования в данном виде изделий [139]. В противном случае из-за несовместимости ароматизатора с рецептурными компонентами продукта существует опасность не получить требуемый аромат и вкус или получить нежелательные ноты аромата, неприятный привкус или послевкусие. В любом случае важно помнить, что в полной мере оценить влияние ароматизатора на органолептические свойства изделия можно только по результатам дегустации готового продукта [135, 139].

Хороший результат может дать совместное применение двух и более ароматизаторов в одном продукте.

Несмотря на наличие растворителя или носителя, все ароматизаторы, эфирные масла и экстракты высококонцентрированны и поэтому в чистом виде в пищу непригодны [134]. Дозировка ароматизаторов в производстве продуктов мясо- и рыбопереработки зависит от требуемой интенсивности вкуса и аромата, а также от органолептических свойств продукта [52]. При этом необходимо следовать рекомендациям фирмы-производителя, составленным для конкретных ароматизаторов и конкретных групп продуктов. Ориентировочные дозы внесения жидких ароматизаторов, как правило, составляют 1-2 кг на 1 т готового продукта. Применительно к конкретной рецептуре вышеупомянутые дозировки необходимо

уточнять в соответствии с требованиями потребителя.

Экстракты специй (маслосмолы) и эфирные масла

Специи (пряности) представляют собой растения или их части, обладающие специфическим устойчивым ароматом и вкусом, которые добавляют в пищу для придания определенного вкуса и аромата. Пряности не меняют энергетическую и пищевую ценность продукта. Более половины производимых в мире специй используется в переработке мяса и рыбы. В дополнение к четырем основным вкусам (горькому, соленому, кислому и сладкому) специи могут предложить для искушенного дегустатора свыше 5000 различных ароматов и вкусовых оттенков [168]. Кроме того, специи и экстракты из них обладают и другими привлекательными свойствами: многие усиливают аппетит и улучшают переваривание пищи, некоторые (розмарин, шалфей) обладают антиокислительными свойствами, другие (чеснок, чабрец) — бактериостатическими. В той или иной степени бактериостатическими свойствами обладают около 60 видов специй [168].

Большинство специй используется в высушенном, иногда в замороженном виде или законсервированными в рассоле. Они должны храниться в холодном сухом месте или при температуре окружающей среды (влажность воздуха — не более 65%). В тепле специи теряют аромат, на свету — цвет, при повышенной влажности на них развиваются нежелательные микроорганизмы, в том числе патогенныеSalmonella spp., E. Coli *и* Listeria spp., которые при ароматизации попадают в продукт [168]. Состав вкусовых, ароматических и красящих веществ растения непостоянен и зависит не только от периода вегетации, но и от места и климатических условий произрастания сырья, от времени его сбора и технологических особенностей переработки, поэтому вкусовые и ароматические свойства пряностей могут меняться от партии к партии весьма существенно [125]. При употреблении сухих натуральных пряностей не всегда удается добиться равномерного распределения их в продукте, что тоже приводит к неоднородности вкуса и аромата продукта [24]. При ароматизации продукции добавлением натуральных пряностей непосредственно к мясному или рыбному сырью, в рассол или соус, используемый для заливки, переход вкусовых и ароматических веществ в мясной или рыбный продукт протекает достаточно медленно. Поэтому требуется длительный контакт продукта с пряностями для достижения нужной интенсивности аромата и вкуса. Кроме того, сколь бы длительным ни был этот контакт, коэффициенты использования вкусоароматических веществ сухих пряностей невелики [24]. Поэтому все более популярна замена натуральных специй экстрактами из них и эфирными маслами, отличающимися постоянством состава и отсутствием других недостатков натуральных пряностей. Коэффициент замены зависит от вида пряности, содержания в ней вкусоароматических веществ, продукта, в котором она используется (табл. 25).

Таблица 25. **Коэффициенты замены натуральных пряностей CO_2-экстрактами в рыбных продуктах (по данным Краснодарского НИИПП [24])**

Пряность	Коэффициент замены
Анис	0,0100–0,0120
Гвоздика	0,0475–0,1425
Имбирь	0,0100
Кориандр	0,00625–0,01375
Корица	0,0050–0,0060
Лавровый лист	0,0075–0,0225
Перец душистый	0,0100–0,0300
Перец черный горький	0,0175–0,0525
Тмин	0,0210

Эфирные масла представляют собой сложные многокомпонентные смеси летучих органических соединений (ароматических, алициклических и алифатических карбонильных соединений, спиртов, кислот, эфиров и т. д.), вырабатываемых в особых клетках различных растений и обусловливающих их запах [94,88]. Часто в этой смеси преобладает один или несколько основных компонентов (Приложение 7). Экстракты специй помимо компонентов эфирных масел содержат высококипящие вещества, ответственные за вкус и цвет, иногда частички самих растений (жирные масла, сахариды, жирные кислоты, аминокислоты, лигнин, целлюлозу, крахмал) [168]. При производстве продуктов переработки мяса и рыбы с использованием растительного сырья (экстрактов, ароматизаторов на основе растительного сырья) следует учитывать максимально допустимые уровни содержания биологически активных веществ в пищевых продуктах (Приложение 11).

Экстракты и эфирные масла выделяют из плодов (паприка, перец, тмин), листьев и стеблей (майоран, розмарин, орегано, мята, шалфей, чабрец), цветков (шафран), почек (гвоздика), корней (имбирь, куркума, хрен), семян (горчица, кориандр, кардамон, мускатный орех), коры (корица) и луковиц (лук, чеснок). Содержание вкусовых, ароматических и красящих веществ в растениях колеблется в широких пределах: от сотых долей процента до десятков процентов. Наибольшее их количество обычно накапливается в период цветения и созревания семян. Компоненты с острым вкусом и ароматом получают из разных видов перца и горчицы; с пикантным — из аниса, кардамона и гвоздики; сладкие присутствуют в душистом перце, корице и ванили; резкие — в имбире и сумахе [168]. Острота вкуса различных перцев обычно объясняется присутствием в них вещества капсаицина. В стручковом перце кап-саицин содержится не только в семенах, но и в стенках плода, капсаицин имеет примерно в 300 раз более острый вкус, чем пиперин. Стручковый перец содержит до 0,7% капсаицина. Степень остроты вкуса специй измеряется обычно в единицах остроты Сковилля.

Для выделения эфирных масел и экстрактов используют различное сырье: подвяленное (мята), высушенное (корни аира, ириса и др.), сырое (зеленая масса герани, цветы лаванды и др.) либо предварительно ферментированное (цветы розы дубовый мох). В таких специях, как лук и чеснок, вкусоароматические вещества содержатся в виде предшественников (прекурсоров) аромата. После разрушения клеточной структуры (разрезания или раздавливания) из предшественников под действием ферментов образуются собственно вкусоароматические вещества этих растений [198]. Раньше полагали, что слезами, проливаемыми при нарезке лука, мы обязаны ферменту аллиназе. В настоящее время установлено, что ее роль в этом процессе невелика, гораздо важнее другой фермент — синтаза [168]. При нарезании лука клетки разрушаются, высвобождая синтазу. Она превращает серосодержащие аминокислоты лука в слезоточивый тиопропаналь-5-оксид [198]. В 1000 кг сырого лука (Allium *cepa*) содержится около 180 г эфирного масла, тогда как 1000 кг чеснока (Allium sativum) продуцируют около 2,5 кг эфирного масла [168]. При этом чеснок содержит до 25% сахара, а лук — около 10% [168]. Различное содержание сахара определяет различную склонность к потемнению (реакция Майяра). Основным ароматическим веществом чеснока является аллизин.

В мясо- и рыбоперерабатывающей промышленности используется несколько разновидностей перца: белый, зеленый, черный и розовый. Характерный вкус черного и белого перцев определяется пиперином, образующимся в процессе получения этих пряностей [168]. Экстракт паприки (маслосмолы паприки) помимо жгучего капсаицина содержат красящие вещества капсорубин и капсантин, поэтому они описаны в разделе «Красители».

Основными способами получения эфирных масел для пищевых целей являются перегонка с водяным паром или с водой и холодное прессование. Экстракцией растворителями (спиртом, растительным маслом, двуокисью углерода и т. д.) получают экстракты (олеорезины) (см. раздел «Экстрагенты»).

Эфирные масла представляют собой прозрачные бесцветные или окрашенные (желтые, зеленые, бурые) жидкости с плотностью, как правило, меньше единицы. Они оптически активны, в большинстве своем нерастворимы в воде (образуют пленку на ее поверхности). Экстракты представляют собой прозрачные или мутные окрашенные (желтые, оранжевые, красные, зеленые, бурые, коричневые) жидкости, часто с осадком. В последнем случае их необходимо перед применением взболтать. Обычно эфирные масла и экстракты хорошо растворимы в растительных маслах, под действием света и кислорода воздуха быстро окисляются, изменяя цвет и запах. Добавка к эфирным маслам и экстрактам специй пищевых эмульгаторов (Твин 80 Е433, моно- и диглицериды Е471 и т. п.) позволяет получить их вододиспергируемые формы [186]. Кроме того, экстракты и эфирные масла можно нанести на носители (соль, декстрозу, муку, крахмал) и инкапсулировать [186].

Разные специи обладают различной термостойкостью. К термостабильным относят шалфей и стручковый перец, менее стабильны к нагреванию розмарин,

чабрец, кардамон, паприка, гвоздика и перец, а такие специи, как кориандр, стручковый перец, мускатный орех, майоран и имбирь — термически нестабильны [168]. Низкая стабильность при нагреве компенсируется для таких пряностей более высокой дозировкой.

Усилители (модификаторы) вкуса и аромата

Усилители (модификаторы) вкуса и аромата добавляются к продуктам переработки мяса и рыбы в целях:

- восстановления вкуса и аромата, утраченных в процессе переработки и/или хранения (продукты из перемороженного мяса или рыбы);
- смягчения нежелательных составляющих вкуса и аромата (привкус металла в консервах).

Свежие мясо, рыба, морепродукты имеют ярко выраженный вкус и аромат. Это объясняется высоким содержанием в них нуклеотидов — веществ, усиливающих вкусовое восприятие путем стимулирования окончаний вкусовых нервов. Содержание природных нуклеотидов в пищевых продуктах достигает нескольких сотен миллиграммов и даже граммов на килограмм. В процессе хранения и промышленной переработки количество нуклеотидов в мясе и рыбе уменьшается, что сопровождается ослаблением вкуса и аромата [97]. Поэтому возникает необходимость добавления этих веществ искусственным путем. Этот прием веками использовался в странах Дальнего Востока, и только в 1908 г. было обнаружено, что компонент, используемый в Японии в качестве интенсификатора вкуса супов, соусов и прочих продуктов, представляет собой соль глутаминовой кислоты — 1-моноглутамат (глутаминат) натрия Е621. В 1909 г. началось его промышленное производство.

Позднее были выделены и идентифицированы другие усилители вкуса и аромата. Наибольшим «вкусовым эффектом» среди них обладают динатрий-5'-инозинат Е 631 и динатрий-5'-гуанилат Е627. Высокое содержание гуанилата наблюдается в грибах, инозинатом богаты ткани животных и рыб. Следует отметить, что если глу-тамат усиливает, в основном, мясной вкус и аромат, то другие нуклеотиды усиливают большое число разных ароматов и модифицируют соленый и сладкий вкус. Модифицирование вкуса и аромата солями глутаминовой и других нуклеиновых кислот носит название «эффекта умами».

В РФ во все пищевые продукты в качестве добавок, усиливающих и модифицирующих вкус и аромат, разрешено добавлять глутаминовую кислоту Е620, глутамат аммония Е624, глутамат калия Е622, глутамат кальция Е623, глутамат магния Е625, глутамат натрия Е621 по отдельности или в комбинации в количестве до 10 г/кг в пересчете на глутаминовую кислоту [37, п. 3.14.2], гуаниловую кислоту Е626, гуанилат калия Е628, гуанилат кальция Е629, гуанилат натрия Е627, инозиновую кислоту Е630, инозинат калия Е632, инозинат кальция Е633, инозинат натрия Е631, 5'-рибонуклеотиды кальция Е634, 5'-рибонуклеотиды натрия двузамещенные Е635 по отдельности или в комбинации, для гуанилатов и инозинатов в пересчете на соответствующую кислоту в

количестве до 500 мг/кг [37, п. 3.14.3].

Наиболее популярным усилителем (модификатором) вкуса и аромата мясных и рыбных изделий является глутамат натрия Е621. Хотя приобретает популярность и смесь нуклеотидов натрия инозината Е631 и гуанилата Е627 (Е635). Исторически сложилось так, что первой такой смесью, появившейся на российском рынке пищевых добавок, был Ribotide®, который называют риботайдом или риботидом. Кроме того, для усиления вкуса и аромата можно применять смеси глутамата натрия, ино-зината натрия и гуанилата натрия, в таких смесях проявляется достаточно сильный синергический эффект.

К усилителям вкуса, схожим по структуре с нуклеотидами, относятся также аминокислоты: лизин гидрохлорид Е642,L-лейцин Е641, глицин Е640 и др., но они находят ограниченное применение. Более популярны в мясо- и рыбопереработке другие вкусовые ингредиенты на основе аминокислот и пептидов — дрожжевые экстракты, не считающиеся пищевыми добавками. Их получают в процессе ферментативного или термического распада дрожжей (хлебопекарных, пивных, рода *Torula*) [17,18,19, 20,44,63, 64,202, 209, 218]. Гидролизаты растительных белков благодаря высокому содержанию определенных аминокислот также улучшают вкус и аромат пищевых продуктов, хотя и не относятся к пищевым добавкам [98].

Ферменты протеиназы можно отнести к усилителям вкуса и аромата, поскольку обработка ими мяса приводит к улучшению вкусовых качеств мяса и мясопродуктов.

Ряд интенсивных подсластителей при очень малой дозировке (1-2 мг/кг) проявляют эффект усиления вкуса и аромата. В РФ в мясные продукты в качестве добавки, усиливающей и модифицирующей вкус и аромат, разрешено использовать неогесперидин дигидрохалкон Е959 в количестве до 5 мг/кг [37, п. 3.14.11].

Поваренная соль и сахар (глюкоза) также являются модификаторами вкуса. Поваренная соль не только придает пищевым продуктам соленый вкус, но и обладает свойством маскировать привкусы горечи и металла. Добавление сахара или глюкозы к мясным продуктам смягчает их соленость, приводя к улучшению вкуса. Заметное улучшение вкуса соленых продуктов достигается введением в них не менее 1,5-2,5% сахара к массе мясного сырья. Сахар можно заменять глюкозой или интенсивными подсластителями. Глюкоза (декстроза, виноградный сахар) так же, как и сахароза, не считается пищевой добавкой и не имеет кода Е. Это вещество примерно вдвое менее сладкое, чем сахар, оно содержится в меде, винограде, соке растений, крови.

Все усилители вкуса и аромата представляют собой белые кристаллические порошки, прекрасно растворимые в воде. Рекомендуемая дозировка глутамата натрия — 0,5-4,0%. «Вкусовая сила» инозината и гуанилата в десятки и сотни раз (соответственно) превышает «вкусовую силу» глутамата. Несмотря на это, по отдельности они используются редко. Применение находит их смесь, которую, в свою очередь, рекомендуется использовать вместе с глутаматом. При этом

достигается наибольшая экономия за счет эффекта синергизма.
Усилители вкуса и аромата, как правило, добавляют в продукт в смеси с другими порошкообразными компонентами или в виде водного раствора. Поскольку нуклео-тиды и поваренная соль обнаруживают в смесях друг с другом синергизм, дозировку соли при их использовании, как правило, уменьшают на 10%.

Усилители вкуса и аромата достаточно устойчивы в обычных условиях производства и хранения. Нуклеотиды разрушаются при нагревании в присутствии фосфатаз, особенно при высокой влажности продукта.

Заменители соли

При ряде сердечных и почечных заболеваний больным показано снижение употребления в пищу ионов натрия, источником которых в основном является поваренная соль, хлорид натрия. Соль в продуктах переработки мяса и рыбы не только придает им привычный вкус, но и увеличивает влагосвязывающую способность, поэтому в диетических изделиях ее заменяют, полностью или частично, хлоридом калия Е508.

Хлорид калия, как и большинство калиевых солей, имеет горький вкус, что, конечно, отражается на вкусе готового продукта. Большинство людей ощущают этот горький вкус при содержании в 1 кг продукта примерно 3 г калия, что соответствует примерно 6 г хлорида калия [168].

Если заменять привычную поваренную соль хлоридом калия, для сохранения воздействия на белки мяса его понадобится на 15% больше, чем хлорида натрия. Это связано с разным содержанием хлорид-ионов, массовая доля которых в хлориде натрия составляет 39%, а в хлориде калия — 48%.

1.4. Замедление порчи, увеличение сроков годности

Пищевые консерванты

После смерти в мясе, птице, рыбе и морепродуктах происходят биохимические изменения, главными из которых являются посмертное окоченение, автолиз и бактериальное разложение, а также выделение слизи на поверхности рыбы [24]. Протеолитические микроорганизмы в процессе жизнедеятельности разлагают белок, вызывая гниение, характеризующееся глубокими изменениями структуры тканей мяса и рыбы, их внешнего вида, вкуса и запаха [24].

Гидробионты по степени снижения риска (от наиболее к наименее рискованным) при употреблении их в пищу можно расположить в следующем порядке:

• моллюски, включая свежие и мороженые мидии, клеммы, устрицы, особенно без предварительной термообработки;

• продукты с низким содержанием соли ($NaCL < 6\%$, $pH > 5{,}0$); в эту группу входят: рыба соленая, маринованная, копченая (холодным способом),

измельченная, которую употребляют в пищу без дополнительной кулинарной обработки;

- термически обработанные (пастеризованные, вареные, горячего копчения) продукты из рыбы и ракообразных, включая панированное филе. Некоторые из этих продуктов употребляют в пищу без кулинарной обработки;
- продукты, обработанные теплом (стерилизованные, упакованные в герметически укупоренные контейнеры) и чаще употребляемые в пищу без предварительной тепловой обработки;
- рыбные продукты типа пресервов (содержание NaCL > 6%, pH водной фазы <5,0) с добавленными при необходимости консервантами типа сорбата калия, бензоата натрия или нитритов. Эта группа продуктов включает соленую и маринованную рыбу, икру, употребляемые в пищу без кулинарной обработки;
- сушеная, солено-сушеная и копчено-сушеная рыба; обычно перед употреблением подвергаемая кулинарной обработке;
- свежая и мороженая рыба и ракообразные; обычно употребляемые в пищу после кулинарной обработки [28].

На мясе, птице, рыбе и морепродуктах развивается множество видов нежелательных микроорганизмов (табл. 26). Наиболее известными гнилостными бактериями являются Bacillus mycoides,Bacillus subtilis, Chromobacter prodigiosum, Proteus vulgaris, Clostridium putrificus, Clostridium sporogenes, а также некоторые актиномице-ты и плесени [36,24]. Гнилостные микроорганизмы являются психрофилами, поэтому низкие температуры, при которых хранят мясо, птицу, рыбу и морепродукты, не могут замедлить процессы их порчи. К числу наиболее опасных для здоровья людей микроорганизмов, встречающихся в мороженых мясе, рыбе и морепродуктах, относят Staphylococcus aureus, фекальный стрептококк, Escherichia coli, сальмонеллу и листерии [28, 36].

Для подавления развития нежелательных микроорганизмов, образования ими токсинов и увеличения срока годности пищевых продуктов в них добавляют пищевые добавки, называемые консервантами [35]. Консерванты не могут компенсировать низкое качество сырья и нарушение правил производственной гигиены. Если продукт сильно бактериально загрязнен или начал портиться, консерванты уже бесполезны.

Консерванты можно условно разделить на собственно консерванты и вещества, обладающие консервирующим действием (помимо других полезных свойств). Действие первых направлено непосредственно на клетки микроорганизмов (замедление ферментативных процессов, синтеза белка, разрушения клеточных мембран и т. п.), вторые отрицательно влияют на микробы в основном за счет ухудшения условий их существования (снижения pH среды, активности воды или концентрации кислорода) [88,190]. Соответственно каждый консервант проявляет антимикробную активность только в отношении части возбудителей порчи пищевых продуктов. Иными словами, каждый консервант имеет свой спектр действия [81, 88, 107, 122].

Применение веществ, обладающих консервирующим действием (поваренной

соли, уксусной кислоты и др.), давно и хорошо известно. Обычно их используют в количестве нескольких процентов или десятков процентов, чаще добиваясь определенных органолептических свойств, а консервирующее действие рассматривая как побочное.

Вещества, условно отнесенные к собственно консервантам (нитрит натрия Е250, бензоат натрия Е211), используются в гораздо меньших количествах (менее 0,5%) и практически не влияют на вкус продукта [125].

Механизм действия консервантов на возбудителей порчи многообразен. Иногда блокируется одна стадия метаболизма клетки вредного микроорганизма, но чаще отдельные факторы воздействия дополняют друг друга. Антимикробное действие консерванта может объясняться отрицательным воздействием на ДНК, синтез белка, активность ферментов, клеточную мембрану, клеточную оболочку, механизм транспорта питательных веществ. Раньше основной причиной антимикробного действия консервантов считали угнетение ими ферментативных процессов, а также синтеза ферментов и белков в микроорганизме. В последнее время главным 1,1 ал и признавать действие консервантов на клеточную оболочку и мембраны. Результатом сочетания различных консервирующих средств становится повышение их эффективности. Поскольку каждый консервант проявляет антимикробную активность только в отношении части возбудителей порчи, т. е. имеет свой спектр действия, сочетание консервантов прежде всего приводит к расширению спектра действия. На практике можно ожидать заметного эффекта только в отдельных случаях сочетания консервантов. В частности, действие нитритов направлено исключительно против бактерий, а действие сорбиновой кислоты — против дрожжей и плесеней, поэтому их сочетание так эффективно. Высокоэффективно также сочетание консервантов с физическими методами консервирования: нагреванием, охлаждением, облучением, сушкой, обработкой высоким давлением и т. п. Выбор консервантов и их дозировок зависит от степени бактериальной загрязненности, условий хранения, физико-химических свойств изделия (прежде всего pH), технологии его получения и желаемого срока годности [88, 178]. С точки зрения современной пищевой технологии и микробиологии, каждый стойкий и безопасный пищевой продукт должен иметь несколько барьеров, обеспечивающих контроль «нормального» числа микроорганизмов в этом продукте. Микроорганизмы, присутствующие в сырье на «старте», не должны «перепрыгнуть» имеющиеся барьеры, в противном случае продукт испортится или вызовет пищевое отравление [178]. Самыми важными барьерами, обычно используемыми для сохранения пищевых продуктов, являются температура (высокая или низкая), активность воды, кислотность, окислительно-восстановительный потенциал, консерванты и конкурирующая микрофлора [178]. Грамотным применением барьеров можно добиться оптимальной микробиологической стойкости продукта. На практике это может означать, например, что более эффективно использовать различные консерванты в небольших количествах, чем только один консервант в большом количестве [178]. Кроме того, сочетание барьеров может привести к уникальному

явлению «самостерилизации» продуктов в процессе хранения, наблюдавшемуся в экспериментах с ливерными колбасами, ферментированными колбасами и традиционными китайскими мясными продуктами [178].

Самыми старыми, известными и повсеместно используемыми консервантами продуктов переработки мяса и рыбы являются поваренная соль и коптильный дым, в более позднем варианте — коптильные жидкости (см. «Коптильные ароматизаторы»). Не менее популярными консервантами мясопродуктов являются нитриты E249, E250 (нитраты E251, E252), а рыбопродуктов — уксусная кислота E260. Бензойная кислота E210 и особенно ее соль бензоат натрия E211 широко используются в производстве продуктов переработки рыбы, прежде всего рыбных пресервов. Кроме того, в РФ в производстве продуктов переработки мяса и рыбы находят применение сорбиновая кислота E200 и ее соль сорбат калия E202, дегидрацетовая кислота E265 и дегидроацетат натрия E266, молочная кислота E270 и ее соли лактаты E325, E326, E327. Ряд растительных экстрактов проявляет антимикробные свойства. В частности, экстракт розмарина эффективно подавляет рост развивающихся в мясе и птице болезнетворных грамотрицательных бактерий S. Aureus, L. monocytogenes и др., хотя наиболее чувствительными к нему являются грамположительные бактерии [131,143].

Таблица 26. **Микроорганизмы, вызывающие порчу мяса, птицы, рыбы и мясных, рыбных и морепродуктов или пищевые отравления (по материалам [24, 28, 143, 172])**

Микроорганизмы	Пороговые условия роста			Пищевые продукты
	Температура, °С	a_w	pH	
Микроорганизмы, вызывающие порчу				
Большинство плесеней	< 0	0,80	< 2,0	
Большинство дрожжей	–5	0,88	1–5	
Ксерофильные плесени		0,61	1,5–3,5	
Осмофильные дрожжи		0,61	1,5–3,5	
Молочнокислые бактерии	4	0,94	3,5	Мясо в вакуумной упаковке
Галофильные бактерии		0,75	4,5 (большинство)	Соленая рыба
Микрококки	4	0,90	5,0	Свежее и вяленое мясо
Acinetobacter spp.	1	0,96	5,5	Свежее мясо, птица
Aspergillus niger	0	0,80	1,2	Продукты мясо- и рыбопереработки
Bacillus sibtilis	5	0,95	4,2–5	Свежее мясо, птица, рыба
Botrytis cinerea	–2	0,93	2,5	Продукты мясопереработки
Candida spp.	0	0,70	1,3	Мясо, птица, морепродукты
Enterobacter aerogenes	2	0,95	4,4	Свежее мясо и птица
Penicillium spp.	–6	0,78–0,90	1,9	Мясо, рыба
Pseudomonas spp.	< 0	0,97	5,5	Мясо, птица, рыба, морепродукты
Rhizopus stolonifer	5	0,93	2,5	Свежее мясо
Trichosporon spp.	0	0,87	2,0	Мясо, морепродукты
Патогенные микроорганизмы				
Bacillus cereus	10	0,92	4,9	Свежее мясо, рыба
Campylobacter jejuni	25	0,95	4,9	Мясо, птица
Clostridium botulinum	3,3	0,93	4,6	Копченая и слабосоленая рыба, мясо, птица, рыба и морепродукты, охлажденные и хранящиеся в вакууме
Escherichia coli O 157:H7	15	0,95	4,0	Мясо, птица
Listeria monocytogenes	0	0,92	4,3	Птица, мясо
Salmonella spp.	7	0,94	4,0	Птица, мясо, рыба
Staphylococcus aureus	6 (10 для образования токсина)	0,86 (0,9 для образования токсина)	4,0 (4,5 для образования токсина)	Мясо, птица
Vibrio parahaemolyticus	5	0,94	4,8	Рыба и морепродукты

Поваренная соль. В качестве консерванта продуктов питания поваренная соль была известна уже в Древнем Египте и Древнем Риме. Для мяса и рыбы она столетиями оставалась практически единственным консервантом, и в настоящее время остается важнейшим, хотя, конечно, прежде всего соль является вкусовым веществом.

Поваренная соль NaCL представляет собой бесцветные кристаллы соленого вкуса без запаха. Растворимость в воде при комнатной температуре составляет 36 г в 100 мл. Требования к поваренной соли, используемой в пищу, изложены в ГОСТ Р 51574-2000 «Соль поваренная пищевая. Технические условия».

Антимикробное действие поваренной соли главным образом связано со снижением ею активности воды в продукте (табл. 27), т. е. его «обезвоживанием». Поэтому спектр действия поваренной соли как консерванта определяется чувствительностью различных микроорганизмов к этому показателю (Приложение 10). Учитывая, что даже в соленых рыбе, мясе, икре концентрация соли не превышает 20%, трудно ожидать достаточного консервирующего действия от одной соли. Кроме того, существуют галофильные микроорганизмы, хорошо переносящие повышенную концентрацию соли (например, дрожжи Toru1a, Toru1opsis, Oospora) [88]. Сохранение продуктов переработки мяса, птицы, рыбы, морепродуктов требует применения дополнительно других консервантов, тем более, что начиная с концентрации 2% поваренная соль усиливает их действие [88].

Таблица 27. **Активность воды мясных продуктов и растворов поваренной соли (по [88, 188])**

Концентрация соли, г на 100 г воды	a_w
Чистая вода	1,00
Раствор 1,75 г поваренной соли/100 г воды	0,99
Раствор 3,57 г поваренной соли/100 г воды	0,98
Сырое мясо	0,98–0,99
Термически обработанные мясопродукты с длительным сроком хранения без замораживания, например вареная ветчина	0,96–0,98
Термически необработанные мясопродукты с длительным сроком хранения без замораживания, например сырокопченый окорок	0,70–0,96
Раствор 10,34 г поваренной соли/100 г воды	0,94
Раствор 19,40 г поваренной соли/100 г воды	0,88
Раствор 30,10 г поваренной соли/100 г воды	0,80
Раствор 36,06 г поваренной соли/100 г воды	0,75

В переработке мяса и рыбы соль обычно сочетают с сушкой, копчением, охлаждением, в мясопродуктах ее почти всегда используют в смеси с нитритами.

Посол рыбы является очень старым способом ее консервирования. Добавка соли осуществляется в твердом виде или в форме рассола. Соответственно различают сухой, мокрый и смешанный посол. В рыбной промышленности различают также:

• транспортный посол (добавка на море 0,5-2% соли к весу рыбы);

• слабый посол (примерно 10% соли к весу рыбы, что может составлять до 20% веса воды, содержащейся в рыбе);

• средний посол (менее 20% соли к весу воды, содержащейся в рыбе);

• крепкий посол (более 14% соли к весу мяса рыбы или 20—24% к весу воды, содержащейся в рыбе) [88].

Чем выше концентрация поваренной соли в рыбе, тем менее она подвержена микробной порче: рыба транспортного посола хранится ограниченное время и при пониженной температуре, а рыбу крепкого посола можно хранить очень долго, хотя в ней не исключен рост галофильных

микроорганизмов [88].

Коптильный дым относится к самым старым из известных консервантов. Формальдегид (примерно 0,6-1,0%), фенолы и уксусная кислота являются теми веществами, благодаря которым он замедляет микробную порчу мясных и рыбных изделий [168]. Фенолы коптильного дыма денатурируют белок и разрушают клеточные мембраны. В зависимости от температуры тепловой обработки различают холодное, теплое (полугорячее) и горячее копчение (табл. 28).

Таблица 28. **Способы копчения в технологии переработки мяса и рыбы (по материалам [88, 156])**

Способ копчения	Температура, °С		Продолжительность	Продукция	
	мясопродукты	рыба			
Холодное	18 (12–24)	До 40	от нескольких сут до недели	Сырые колбасы, сырые копчености, сардельки длительной варки, вареные колбасы	Свежая, мороженая, соленая рыба жирная и средней жирности (рыбы семейства карповых, кефалевых, сельдевых, лососевых, сиговых, сом, морской окунь, многие океанические рыбы)
Сырое	до 30	–	2–3 сут	Быстросозревающие сырокопченые колбасы	–
Теплое (полугорячее)	до 50	40–80	1–3 ч	Сардельки большого размера	Мороженая рыба, полуфабрикат специального посола соленостью 5% (мелкая сельдь, килька)
Горячее	60–100	80–170	20–60 мин	Сардельки, вареные колбасы	Свежая и мороженая рыба 1-го сорта, жирная и средней жирности (треска, морской окунь и карась, салака, корюшка, жерех, многие океанические рыбы)

При холодном копчении охлажденный дым или дым комнатной температуры в течение недели (длительное копчение) или нескольких дней (ускоренное копчение) контактирует с коптящимся пищевым продуктом. Холодному копчению подвергают преимущественно предварительно посоленные или подсушенные пищевые продукты, например сырую колбасу. При теплом копчении работают в области температур от 25 до 50 °С. Горячее копчение, которое применяется, например, для сарделек, продолжается обычно от 1/2 до 3 часов при температуре от 50 до 100 °С. В зависимости от содержания в дыме водяного пара различают сухой и сырой дым (сырое или парное копчение). Черным копчением называется способ копчения сильно коптящим дымом из хвойной древесины или смолы.

Дым для копчения представляет собой аэрозоль капелек жидкости, равномерно распределенных в газовой фазе. Он содержит также более крупные частицы золы, смолы и копоти. Газовая фаза содержит углеводороды, формальдегид и другие альдегиды, низкомолекулярные органические кислоты, фенолы и многие другие составляющие. Общее число встречающихся в дыме веществ оценивают в 5000-10 000. Для консервирующего действия дыма

наибольшее значение имеют фенолы. В фенольной фракции дыма из твердой древесины доминирует сиреневый альдегид, а дыма из мягкой древесины — 4-метилгваякол и гваяколь.

Нитриты (нитраты) подробно описаны в разделе «Стабилизаторы окраски», поскольку это их основная технологическая функция в производстве мясопродуктов. Нитраты относятся к консервантам постольку, поскольку проявляют антимикробное действие образующиеся из них нитриты [88]. Антимикробное действие нитритов проявляется в концентрации 50-160 мг/кг продукта. Добавление нитритов к мясопродуктам замедляет развитие патогенных и токсичных микроорганизмов, образование ими энтеротоксинов, тем самым предупреждая пищевые отравления (табл. 29).

Таблица 29. **Угнетающее действие нитритов на бактерии [88]**

Виды тестируемых бактерий	Минимальная действующая концентрация нитрита, мг/кг, после нагрева	
	в анаэробных условиях	в аэробных условиях
Streptococcus mitis	40	4000
Streptococcus lactis	6000	10 000
Streptococcus liquefaciens	800	6000
Streptococcus faecalis	4000	6000
Streptococcus salivarius	80	4000
Streptococcus pyogenes	2	20
Lactobacillus casei	4000	8000
Lactobacillus arabinosus	8000	25 000
Pediococcus cerevisae	8000	25 000
Bacillus megatherium	80	4000
Esgherichia coli	2000	4000
Aerobacter aerogenes	2000	4000
Proteus vulgaris	400	4000
Salmonella typhosa	800	2000
Salmonella typhimurium	2000	4000
Shigella flexneri	100	2000

Уксусная кислота, наряду с поваренной солью и коптильным дымом, является одним из старейших консервантов, не потерявших актуальность до сих пор. Уксусная кислота занимает прочное место в консервировании пищевых продуктов, причем в России промышленное значение имеет не столько уксус, полученный брожением, сколько синтетическая уксусная кислота. Это бесцветная, неограниченно смешивающаяся с водой, затвердевающая при 17 ^{0}C и кипящая при 118 ^{0}C жидкость.

Уксусная кислота используется в консервировании пищевых продуктов в двух формах: как 5-10%-ный уксус и как 25-80%-ные водные растворы синтетической уксусной кислоты (уксусная эссенция). Наряду с этим в качестве консерванта применяется диацетат натрия, белый, пахнущий уксусной кислотой, водорастворимый порошок с кристаллической структурой.

Действие уксусной кислоты основано главным образом на снижении значения pH консервируемого продукта. Для этого необходима концентрация,

очень высокая по сравнению с другими кислотами-консервантами. Уксусная кислота проявляет антимикробное действие лишь при содержании выше 0,5%. Она проникает через стенку клетки и денатурирует белок клеточной плазмы Действие уксусной кислоты из-за снижения ею значения pH главным образом направлено против бактерий. Это особенно важно для рыбной продукции, в которой преимущественно развиваются бактерии, а не дрожжи и плесени.

Молочная кислота и лактаты. Молочную кислоту производят ферментативным путем из сахаросодержащего сырья. Соли молочной кислоты — лактаты — получают взаимодействием кислоты пищевого качества с соответствующими гидроокисями [123].

Молочная кислота в количестве 2-4% используется при переработке кишок, замедляя развитие микроорганизмов и устраняя неприятный запах. Для увеличения сохранности мяса (после убоя скота) поверхность его обрабатывают водным раствором смеси уксусной, молочной, лимонной и аскорбиновой кислот.

Обработка поверхности рыбы растворами кислот также способствует ее сохранности и осветлению. Кроме того, кислоты связывают триметиламин, устраняя тем самым неприятный рыбный запах. По этой причине их добавляют к панировочным смесям для жарки и запекания рыбы. Снижение pH в консервах позволяет уменьшить время и температуру стерилизации.

Молочная кислота в водном растворе имеет кислую реакцию, поэтому не может быть использована в составе рассола для шприцевания, поскольку это приведет к снижению выхода готового продукта. Кроме того, нитриты, присутствующие в рассоле, вступят с ней во взаимодействие. Добавление молочной кислоты к эмульгированным мясным продуктам для снижения значения pH эмульсии приводит к снижению выхода вареной продукции и иногда прочности изделий [168]. В некоторых случаях мясная эмульсия может разрушаться при термообработке. По этим причинам молочная кислота редко используется в производстве мясных продуктов, зато находят применение лактаты.

Лактаты подавляют рост болезнетворных бактерий в продуктах переработки мяса и рыбы [101]. Они проявляют антимикробное действие в отношении большого числа микроорганизмов: Listeria monocytogenes, Clostridium botulinum, E. Coli O 157: H7, Salmonella spp., Staphylococcus aureus, Pseudomonas spp., Campylobacter spp., Yersinia spp.[193,196]. Лактаты используют для увеличения сроков годности мясных и рыбных продуктов, но они не оказывают воздействия непосредственно на клетки нежелательных микроорганизмов [193]. Лактаты способны увеличивать срок годности мяса, рыбы, мясных и рыбных продуктов, если находятся в равновесии с молочной кислотой. Молекулы недиссоциированной молочной кислоты проникают в клетки микроорганизмов и диссоциируют в них с выделением протонов, которые снижают значение pH внутри клетки. Для восстановления уровня pH клетки затрачивают много энергии, которая нужна им для развития. Как следствие, размножение микроорганизмов замедляется. Лактаты не оказывают бактерицидного действия, они только замедляют рост и размножение

бактерий, т. е. являются бактериостатиками [196]. Кроме того, лактаты связывают межклеточную воду, снижая активность воды в продукте и ухудшая тем самым условия развития микроорганизмов. Лактаты могут связать количество воды, равное примерно 80% от их массы [168]. Лактаты используют для увеличения сроков годности самых разных мясных и рыбных продуктов, как цельномышечных, так и эмульгированных [101, 130, 168]. Побочным действием лактатов в мясных продуктах является улучшение органолептических характеристик (вкуса, текстуры, цвета) и увеличение выхода [101, 105].
Гигроскопичность лактатов, особенно лактата натрия, создает проблемы в их промышленном применении. Один из способов защиты лактатов от влаги воздуха — использование диоксида кремния в качестве носителя. Например, лактат натрия, содержащий 4% диоксида кремния и 0,4% растительного масла, может использоваться для увеличения сроков годности сосисок. А такая же смесь, но без масла, применяется в рассолах для шприцевания [168]. Существуют также жидкие товарные формы лактатов [45-47, 105].

При мясо- и рыбопереработке используются лактаты натрия, калия и их смеси [45-47,105,168]. Натриевая и калиевая соли одинаково увеличивают срок годности продуктов. Разница заключается в том, что лактат натрия усиливает соленый вкус готового продукта. Проблема решается снижением дозировки поваренной соли примерно на 0,2% (2 г на килограмм продукта) или заменой лактата натрия лактатом калия. Рекомендуемая дозировка лактатов обычно составляет 2,5-3,5% (25-35 г на килограмм готового продукта) [130,168]. На сколько при этом возрастет срок годности продукта, можно предсказать лишь ориентировочно, поскольку он зависит от слишком многих факторов (табл. 30). Разница в увеличении сроков годности копченых и некопченых продуктов объясняется присутствием или отсутствием нитритов.

Лактаты + диацетаты

Если требуется подавить развитие определенных микроорганизмов (в мясных продуктах это преимущественно L. monocytogenes), синергические смеси лактатов и диацетатов оказываются более эффективными, чем лактаты [168]. Смеси лактатов и диацетатов содержат около 60% лактатов и 4,6 или 8% диацетатов [168]. Ориентировочная дозировка смеси, содержащей 4% диацетатов, составляет 25-30 г на килограмм готового продукта. Увеличение концентрации диацетатов в смеси до 6-8% снижает необходимую дозировку, но иногда это может сопровождаться появлением привкуса уксуса при хранении мясных продуктов в течение 6-8 недель [168]. Иногда диацетаты заменяют ацетатами, но тогда воздействие на L. monocytogenes снижается.

Таблица 30. **Ориентировочное увеличение сроков годности мясных и рыбных продуктов при использовании лактатов [101, 105, 168]**

Название продукта	Ориентировочное увеличение срока годности, %
Свежее мясо и сырой колбасный фарш	30–50
Варено-копченые мясные продукты	30–40
Вареные мясные продукты	50–90
Тушки птицы	80
Рыбные продукты	50–100
Мясные и рыбные полуфабрикаты	в 7 раз

Бензойная кислота Е210 — белый кристаллический порошок, средне растворимый в воде и жирах [123]. Она встречается в природе в различных ягодах, но для промышленного использования получается химическим синтезом. Бензойная кислота в пищевых продуктах используется нечасто, более популярна ее натриевая соль — бензоат натрия Е211, гораздо лучше кислоты растворимая в воде (табл. 30). Бензоат натрия получают синтезом из бензойной кислоты, по внешнему виду он тоже представляет собой белый порошок [123]. Бензойная кислота и бензоат натрия оказывают сильное бактерицидное действие на дрожжи и другие виды микроорганизмов, подавляют жизнедеятельность бактерий маслянокислого и уксуснокислого брожения [88]. Бензойная кислота, блокируя ферменты, замедляет обмен веществ в одноклеточных организмах. Так как через стенку клетки может проникнуть только недиссоциированная кислота, бензойная кислота проявляет антимикробное действие только в кислых пищевых продуктах при pH 2,5-5,0 [123, 168]. Обычно бензоатом натрия консервируют рыбные пресервы, а также икру. Пересчет дозировки бензоата натрия на кислоту осуществляют с учетом соответствующего коэффициента (Приложение 9).

В качестве консервантов вяленых мясных продуктов (поверхностная обработка) в количестве согласно ТИ, а также в желе, покрывающие мясные продукты (вареные, соленые, вяленые) и паштеты в количестве до 1 г/кг в РФ разрешены эфиры параоксибензойной кислоты Е214, Е215, Е218, Е219, «парабены», хотя они практически не используются ни индивидуально, ни в смесях с консервантами на основе сорбиновой и бензойной кислот [37, п. 3.3.15, 3.3.22, 3.3.23].

Сорбиновая кислота Е200 обнаружена в рябине (5огЪи$ *аисирапа*), откуда получила свое название, но в промышленности получается химическим синтезом [123]. Это индивидуальное химическое соединение — 2,4-гексадиеновая кислота — по внешнему виду представляет собой белый кристаллический порошок. Кислота ограниченно растворима в воде (табл. 31, 32), зато калиевая соль сорбиновой кислоты — сорбат калия Е202 — растворим в воде гораздо лучше. Поэтому он чаще используется в пищевой промышленности. В продажу сорбат калия поступает в виде гранул, это позволяет решать проблему его высокой гигроскопичности. Пересчет дозировки сорбата калия на кислоту осуществляют с учетом соответствующего коэффициента (Приложение 9).

Сорбиновая кислота оказывает угнетающее действие на дрожжи,

плесневые грибы и некоторые бактерии, блокируя ферменты, причём предельные количества кислоты, определяемые в тесте на питательных средах, составляют, в зависимости от вида среды и величины pH, от 200 до 2000 мг/кг.

Сорбиновая кислота не обладает микробицидным действием, она только замедляет развитие микробов; поэтому добавлять сорбиновую кислоту имеет смысл только в гигиенически чистые пищевые продукты и сырье. Некоторые микроорганизмы могут даже расщеплять и усваивать сорбиновую кислоту. Сорбиновая кислота проявляет антимикробное действие только при pH ниже 6,5. Она химически стабильна, но способна улетучиваться с водой [123].

Консерванты на основе сорбиновой и бензойной кислот по отдельности разрешено использовать в производстве мясных, рыбных и морепродуктов в различных максимальных количествах, зависящих от вида продукта [37, п. 3.3.2, 3.3.20]

Аналоги мясных, рыбных продуктов, продуктов из ракообразных и головоногих моллюсков	СК[1]	2 г/кг
Желе для заливных блюд	СК[1]	1 г/кг
	БК[2]	500 мг/кг
Начинки для пельменей (равиолей), клецки	СК[1]	1 г/кг
Поверхностная обработка колбасных изделий, колбас и оболочек, а также в составе пленок и покрытий	СК[1]	Согласно ТИ
	БК[2]	Согласно ТИ
Пресервы из рыбы, включая икру	СК[1]	2 г/кг
	БК[2]	2 г/кг
Рыба соленая, вяленая	СК[1]	200 мг/кг
	БК[2]	200 мг/кг
Креветки вареные	СК[1]	2 г/кг
	БК[2]	2 г/кг
Желе, покрывающие продукты (вареные, соленые, вяленые), паштеты	СК[1]	1 г/кг
Вяленые мясные продукты (поверхностная обработка)	СК[1]	Согласно ТИ
	БК[2]	Согласно ТИ

1-Сорбиновая кислота Е200 и ее соли горбаты: сорбат натрия Е201, сорбат калия Е202, сорбат кальция Е203 по отдельности или в комбинации.
2-Бензойная кислота Е210 и ее соли бензоаты: бензоат натрия Е211, бензоат калия Е212, бензо-ат кальция Е213 по отдельности или в комбинации.

Замена сорбата калия или бензоата натрия их смесью в соотношении 1 : 1 позволяет снизить необходимую дозировку консервантов при сохранении срока годности продукта (или при сохранении дозировки увеличить срок годности) и расширить спектр действия. В РФ совместное использование сорбиновой кислоты и сорбатов (Е200, Е201, Е202. Е203) с бензойной кислотой и бензоатами (Е210, Е211, Е212, Е213) разрешено в пресервы из рыбы, включая икру и креветки вареные, в количестве до 2 г/кг в пересчете на соответствующую кислоту; в рыбу соленую и вяленую — в количестве до 200 мг/кг в пересчете на соответствующую кислоту [37, п. 3.3.21].

Сорбат калия и бензоат натрия обычно используют в виде концентрированных водных растворов. На практике чаще всего используют

водные растворы сорбата калия, бензоата натрия или их смесей (обычно в соотношении 1 : 1) с концентрацией от 5 до 25%. Растворы сорбата можно готовить более высокой концентрации (до 40%). Приготовление водных растворов описано в Приложении 2.

Мясные и рыбные изделия часто представляют собой довольно сложную многокомпонентную систему, содержащую поваренную соль, кислоту, жиры и т. д. Растворимость консервантов в растворах этих веществ различна (табл. 31), это надо учитывать при их использовании.

***Таблица 31.* Растворимость некоторых консервантов в воде [125]**

Консервант	Растворимость при 20 °С, г/100 мл
Сорбиновая кислота	0,16
Сорбат калия	138
Бензойная кислота	0,34
Бензоат натрия	63

***Таблица 32.* Растворимость сорбиновой кислоты и сорбата калия в различных растворителях при комнатной температуре (по материалам [24, 125])**

Растворитель	Условия растворения	Растворимость, г/100 мл	
		сорбиновой кислоты	сорбата калия
Вода:	23,3 °С	0,16	138
	50 °С	0,6	150
	100 °С	3,9	175
	pH 3,1	0,16	–
	pH 4,4	0,22	–
	pH 5,9	1,02	–
Водный раствор поваренной соли	5%	0,16	90
	10%	0,07	45
	15%	0,04	–
Водный раствор уксусной кислоты	5	0,10	–
	25	0,22	–
	99,8	12,30	–
Водный раствор лимонной кислоты	5	0,16	–
	25	0,20	–
Жиры	–	0,6–0,8	–

Пимарицин (натамицин, Е235) является природным антибиотиком, продуцируемым плесневыми грибами Streptomyces natalensis [88, 123]. По внешнему виду представляет собой нерастворимый в воде кристаллический порошок от белого до кремового цвета почти без вкуса и запаха [123]. Натамицин угнетает дрожжи и плесени, изменяя их клеточную мембрану [123]. Натамицин неэффективен в отношении бактерий, поскольку его антимикробное действие основано на взаимодействии со стероидами, отсутствующими в клетках бактерий [88]. В РФ для поверхностной обработки копченых колбасных изделий, колбас и оболочек, а также в составе пленок и покрытий в качестве консервантов

разрешено использовать натамицин (пима-рицин, дельвоцид Е235) в количестве до 1 мг/дм^2 в слое на глубину до 5 мм [37, п. 3.3.11].

Для поверхностной обработки колбасных изделий и оболочек, а также в составе пленок и покрытий в РФ разрешены в количестве до 5 мг/кг (остаточное количество в продукте) **дегидрацстовая кислота Е265 и се соль дегидроацетат натрия Е266,** достаточно эффективные консерванты в области высоких рН [37 п. 3.3.4,88,123]. Их действие направлено в основном против дрожжей и плесеней, причем, как показывают результаты исследований, дегидрацетовая кислота и дегидроацетат натрия обладают более высокой противоплесневой активностью, чем сорбиновая кислота и сорбат калия соответственно [70, 73,88]. Ограничения в пищевом применении де-гидрацетовой кислоты и дегидроацетата натрия, а в ряде стран и запрет их использования, вызваны токсичностью этих консервантов [88].

Этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА) — очень сильный комплексообразователь. Благодаря этому она является синергистом консервантов и антиокси-дантов, что проявляется в сохранении вкуса обработанных ею рыбы и морепродуктов. В переработке рыбы она используется в виде динатриевой Е386 и кальций-натриевой Е385 солей. Это белые порошки, прекрасно растворимые в воде. Их обычно добавляют в тузлук или заливку консервов. В РФ этилендиаминтетраацетат кальция-натрия Е385 (ЭДТА кальций-натрий), этилендиаминтетраацетат динат-рий Е386 (ЭДТА динатрий) по отдельности или в комбинации в количестве до 75 мг/кг разрешено использовать в рыбу, ракообразные и моллюски консервированные в металлической и стеклянной таре, в ракообразные мороженые [37, п. 3.4.16].

Диоксид серы Е220 и соли сернистой кислоты проявляют в основном антибактериальное действие. Действие против дрожжей и плесневых грибов выражено слабее. К диоксиду серы очень восприимчивы молочнокислые бактерии. Для расширения спектра действия бактериостатик диоксид серы эффективно комбинировать с фунгистатиками сорбатом калия и бензоатом натрия. Кроме того, диоксид серы проявляет антиокислительное действие. Из SO_2 в водном растворе образуется действующая сернистая кислота. В водном растворе диоксида серы в равновесии, положение которого сильно зависит от значения рН, находятся три продукта: недиссоциированная сернистая кислота H_2SO_3, гидросульфитные HSO_3^- и сульфитные ионы SO_3^{2-}. При рН < 2 в растворе преобладает недиссоциированная сернистая кислота, при $2 < $ рН < 7 — гидросульфит-ионы, при рН > 7 — сульфит-ионы. Какая из форм сернистой кислоты действует в каждом конкретном случае, определить практически невозможно, но известно, что наиболее активна в отношении микроорганизмов недиссоциированная сернистая кислота. Она способна вступать в обратимую реакцию с редуцирующими сахарами, в ходе которой образуются аддукты, не обладающие консервирующим действием. Результатом этого становится создание зависящего от значения рН равновесия между связанной и свободной сернистой кислотой. Аддукты наиболее устойчивы при рН от 3,0 до 5,8.

Диоксид серы в обычных условиях представляет собой бесцветный газ с резким запахом. SO_2 встречается в продаже в сжиженном виде, но в мясо- и рыбоперерабатывающей промышленности обычно используется в виде солей, чаще всего метабисульфита натрия (табл. 33). Сульфиты представляют собой белые порошки с более или менее сильным запахом диоксида серы. Гидросульфиты существуют только в растворах. Все сульфиты за исключением сульфита кальция хорошо растворимы в воде. Растворимость SO_2 при 0 °С составляет 80 л/л воды, а при 20 °С — 40 л/л воды. Рабочие растворы необходимо создавать непосредственно перед использованием, поскольку SO_2 летуч.

***Таблица 33*. Содержание активного диоксида серы и коэффициенты пересчета для солей сернистой кислоты, разрешенных к применению в производстве пищевых продуктов (по данным [37, 88])**

Код Е	Соединение	Формула	Содержание активного диоксида серы, %	Коэффициент пересчета*
Е220	Диоксид серы	SO_2	100	1,00
Е220	Сернистая кислота	H_2SO_3	78,1	1,28
Е221	Сульфит натрия, безводный	Na_2SO_3	50,8	1,97
Е221	Сульфит натрия, семиводный	$Na_2SO_3 \times 7H_2O$	25,4	3,94
Е222	Гидросульфит натрия	$NaHSO_3$	61,6	1,62
Е223	Пиросульфит (метабисульфит) натрия	$Na_2S_2O_5$	67,4	1,48
Е225	Сульфит калия	K_2SO_3	40,6	2,47
Е228	Гидросульфит калия	$KHSO_3$	53,3	1,88
Е224	Пиросульфит (метабисульфит) калия	$K_2S_2O_5$	57,7	1,74
Е226	Сульфит кальция	$CaSO_3 \times 2H_2O$	41,0	1,88
Е227	Гидросульфит кальция	$Ca(HSO_3)_2$	31,6	1,58

*Количество, г, соединения — соответствующее 1 г диоксида серы.

В РФ сернистую кислоту (диоксид серы Е220) и соли: гидросульфит калия Е228, гидросульфит кальция Е227, гидросульфит натрия Е222, пиросульфит калия Е224, пиросульфит натрия Е223, сульфит калия Е225, сульфит кальция Е226, сульфит натрия Е221 по отдельности или в комбинации в пересчете на диоксид серы разрешено использовать в качестве консервантов колбасных изделий с содержанием растительных или зерновых ингредиентов более 4% в количестве до 450 мг/кг; вяленой и соленой рыбы — в количестве до 200 мг/кг; ракообразных и головоногих свежих и замороженных — в количестве до 300 мг/кг на съедобную часть; ракообразных и головоногих вареных — в количестве до 50 мг/кг на съедобную часть [37, п. 3.3.19]. Продукты переработки мяса и рыбы очень разнообразны по своему составу и способу производства. Даже одно и то же изделие, произведенное по одной и той же технологии на разных предприятиях, не получается совершенно одинаковым. Поэтому в условиях конкретного производства рекомендуется проведение предварительных

испытаний, которые позволят уточнить перечень применяемых консервантов и их концентрацию, а также проверить их совместимость с компонентами конкретного продукта [35, 125].

Пищевые антиоксиданты и синергисты антиоксидантов

Животные жиры представляют собой смесь моно-, ди-, триглицеридов жирных кислот, глицерина и свободных жирных кислот. Свиной, говяжий и др. жиры характеризуются высоким содержанием глицеридов насыщенных кислот, главным образом пальмитиновой и стеариновой (табл. 34). Мясо птицы (цыплят, индейки и т. д.) содержит по сравнению с красным мясом полиненасыщенные жирные кислоты в более высоких пропорциях (табл. 34), но при этом под кожей птиц находится больше жира, чем в мясе.

Таблица 34. **Содержание важнейших жирных кислот в животных жирах [120]**

Жир	Насыщенные кислоты			Ненасыщенные кислоты		
	$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{18:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$
Говяжий	3,0–3,4	24–29	20–24	2,1–3,0	35,5–42	2–5
Бараний	2,2–3,2	23–30	20–31	12–13	35–41	3–4
Свиной*	0,8–1,4	27–30	13–18	1,7–2,5	37–44	8–9
Конский	3,3–5,0	24–31	4–10	14–15	35–40	5–8
Птичий	0,8–1,7	20–26	4–9	3–9	33–46	10–22

*Содержит по 0,5–2% арахидоновой и линоленовой кислот.

Подкожный жир легко удаляется: в вареных грудках цыпленка содержится 1,3% жира, а в вареной говядине — 13-30% [143].

Жиры рыб представляют собой смесь моно-, ди-, триглицеридов жирных кислот, глицерина и свободных жирных кислот. Основную массу жирных кислот жиров рыб составляют ненасыщенные жирные кислоты. Этим они в значительной степени отличаются от жиров наземных животных (свиного, говяжьего и т. д.), характеризующихся высоким содержанием глицеридов насыщенных кислот. Например, в туловищном жире североморской сельди ненасыщенные жирные кислоты составляют 76,0-79,2% от общего количества жирных кислот, в жире кильки — 75,3%, в жире лосося — 79,2%, в жире тунца — 73,7%, в жире палтуса — 80,5% [24].

Характерной особенностью жирнокислотного состава жиров рыб является наличие высоконенасыщенных кислот с четырьмя, пятью и шестью двойными связями, которые делают рыбьи жиры особенно нестойкими при хранении. Примерами кислот с шестью ненасыщенными связями являются широко распространенная в жирах рыб клупанодоновая кислота $C_{22}H_{32}O_2$ и обнаруженная в жире сардины и сельди низиновая кислота $C_{24}H_{36}O_2$ [24].

Состав жирных кислот жиров рыб зависит от вида рыбы, ее питания,

времени вылова, а также от температуры и солености воды. Жиры рыб одного и того же семейства могут существенно отличаться друг от друга по составу. Например, жир кильки содержит больше насыщенных жирных кислот, чем жир сардины или сельди, относящихся к тому же семейству. Более того, жиры, выделенные из различных частей тела одной и той же рыбы, также различаются: например, жиры печени южноафриканских рыб семейства скорпеновых гораздо менее насыщенные, чем жиры, выделенные из голов этих рыб [24]. В то же время в мышечном жире трески содержится не меньше ненасыщенных жирных кислот, чем в жире печени [120].

Количество жира в рыбе и его качественный состав существенно зависят от времени вылова рыбы. Например, содержание жира в атлантической сельди в течение года колеблется от 1 до 30%: зимой и весной его меньше, чем летом и осенью. Это объясняется скудостью кормовой базы и нерестовыми миграциями рыбы.

Жир пресноводных рыб по своему составу заметно отличается от жира морских рыб (табл. 35). В жирах пресноводных рыб преобладают ненасыщенные кислоты C_{16}-C_{18}: олеиновая, линолевая и т. п. В жирах же морских рыб основная масса жирных кислот представлена ненасыщенными жирными кислотами C_{20}—C_{22}. Различия в составе жиров пресноводных и морских рыб в основном обусловлены разной кормовой базой, соленостью и температурой воды, в которой обитает рыба [24].

Таблица 35. **Жирнокислотный состав жиров морских и пресноводных рыб (по [24])**

Виды рыб	Содержание жирных кислот, %							
	насыщенных			ненасыщенных				
	C_{14}	C_{16}	C_{18}	C_{14}	C_{16}	C_{18}	C_{20}	C_{22}
Морские рыбы								
Сельдь	8,3	12,1	0,3	0,5	6,4	21,0	28,3	23,1
Килька	6,0	18,7	0,9	0,1	16,2	29,0	18,2	10,9
Палтус	4,0	14,8	0,7	Следы	6,5	23,8	26,9	23,3
Тунец	4,2	18,6	3,5	–	6,2	26,0	23,5	18,0
Пресноводные рыбы								
Карп	3,7	14,6	1,9	1,0	17,8	45,8	15,2	–
Щука	4,7	13,2	0,5	0,8	20,8	38,4	15,3	6,3
Окунь речной	3,5	12,5	2,0	1,1	19,4	40,5	13,8	7,1

В жирах рыб содержится относительно немного сопутствующих жирам веществ: фосфатидов, в том числе лецитинов, липохромов; стеринов, в том числе холестерина; жирорастворимых витаминов и углеводородов.

Окисление жировых компонентов мясных и рыбных продуктов является одной из важнейших проблем мясной и рыбоперерабатывающей промышленности. Окислительные процессы снижают пищевую ценность мясных и рыбных продуктов главным образом за счет изменения химического состава жиров (высвобождения жирных кислот, образования перекисей и вторичных продуктов окисления) и снижения содержания жирорастворимых витаминов (А,

Д, Е, К, биотин, каротиноиды). Свободные жирные кислоты и образующиеся из них альдегиды усиливают рыбный запах, в замороженном лососе обусловливают привкус ворвани, горечь и металлический привкус, в замороженной треске — «картонный» привкус [143]. Карбонильные соединения, спирты и другие вторичные продукты окисления также придают нежелательные привкусы и запахи, отрицательно влияя на качество готового продукта и сокращая срок его годности. Порог восприятия (минимальная ощущаемая органами чувств человека концентрация) у них достаточно низкий (табл. 36). Ухудшение органолептических свойств наблюдается не только при длительном хранении продукции. Прогорклый или осаленный привкус может появляться в термически обработанных изделиях даже при кратковременном холодильном хранении в течение 48 часов [131].

Таблица 36. **Порог восприятия некоторых продуктов окисления [192]**

Соединение	Порог восприятия, мг/кг
Предельные углеводороды	90–2150
Алкены	0,02–9
Фураны	1–27
Предельные спирты	0,3–2,5
Непредельные спирты	0,001–3
Предельные альдегиды	0,014–1
Непредельные альдегиды	0,002–2,5
Метилкетоны	0,16–5,5
Винилкетоны	0,0002–0,007

Посолочные вещества и пищевые добавки, традиционно используемые при производстве продуктов переработки мяса и рыбы, могут играть значительную роль как в предотвращении, так и в развитии окислительных процессов [192]. Например, под действием нитритов и нитратов порча жира в сырых и, особенно, термически обработанных изделиях замедляется, а поваренная соль может оказывать проокисли-тельное действие [131,192].

Окислению жиров способствуют повышенная температура, свободный доступ кислорода, прямой солнечный свет, присутствие ионов металлов переменной валентности, липолитических ферментов липазы и фосфолипазы. Следовательно, для предотвращения окислительной порчи необходимо исключить воздействие перечисленных факторов, но этого обычно бывает недостаточно, кроме того, это не всегда возможно. Многочисленные исследования ученых и мировая производственная практика показывают, что успешно контролировать окисление жиров в мясных и рыбных продуктах возможно применением антиокислителей [159]. При этом антиокислители не только защищают жировой компонент пищевого продукта, но и ингибируют действие свободных радикалов на организм человека. Добавление антиокислителей в мясо и мясные изделия в процессе их производства защищает от окисления не только жиры, но и миоглобин, стабилизируя тем самым

цветовые характеристики изделий [131]. При этом антиоксиданты не могут компенсировать низкое качество сырья, грубое нарушение правил производственной гигиены и технологических режимов. Если концентрация пероксидов или свободных кислот в продукте выше нормы, а тем более если изменились запах, вкус или цвет продукта, то антиоксиданты уже бесполезны.

Практический интерес для переработки мяса и рыбы представляют антиоксиданты на основе аскорбиновой кислоты Е3ОО-305 (витамин С), токоферолы Е306-309, лецитины Е322. Наибольшее распространение среди пищевых искусственных антиокислителей получили производные фенолов (Е310-313, Е 319-321), а также изоаскорбиновая (эриторбовая) кислота Е315 и изоаскорбат (эриторбат) натрия Е316, галлаты Е310-312. Все большую популярность приобретают натуральные антиоксиданты — экстракты пряностей и эфирные масла.

Из-за плохой растворимости аскорбиновой, изоаскорбиновой кислот и их солей в жирах для предотвращения окисления рекомендуется использовать жирорастворимые формы аскорбиновой кислоты: аскорбилпальмитат Е304 и аскорбилстеарат Е305. Аскорбилпальмитат самостоятельно и в сочетании с токоферолами обладает высокими антиокислительными свойствами в животных жирах, особенно в слабощелочных средах [131].

Токоферолы Е306-309 представляют собой группу природных жирорастворимых антиоксидантов, содержащихся в растениях и переходящих в растительные масла при их извлечении из масличных растений. Все токоферолы кроме экстракта натуральных токоферолов (Е306) в промышленности получают синтетически. Эти вещества в разной степени обладают Е-витаминной активностью, но наибольшей антиокислительной активностью среди них обладает 8-токоферол Е309 [125]. В качестве антиокислителей производителям мясной и рыбной продукции предлагаются различные смеси токоферолов, в том числе синергические смеси с другими анти-оксидантами, под разными торговыми марками.

Из природных источников — древесины сибирской лиственницы — получают антиоксидант дигидрокверцетин, обладающий Р-витаминной активностью. Коптильный дым благодаря присутствию в нем фенольных веществ проявляет антиокислительные свойства. В последнее время в качестве антиокислителей стали успешно применяться эфирные масла и растительные экстракты.

Антиокислительные свойства пряностей и специй человечество использует издавна. Эфирные масла и растительные экстракты пряностей и специй, а также ряда других растений, тоже обладают антиокислительными свойствами. Есть достаточно большое число исследований антиокислительюй активности различных эфирных масел и экстрактов. В частности, обнаружено, что эфирные масла из аниса, тмина, мяты перечной, индийского базилика проявляют более сильное антиокислительное действие в подсолнечном масле, чем синтетический антиоксидант бутилокситолуол (БОТ), а масло айована эффективнее БОТ почти в 2

раза (табл. 37). Экстраты розмарина и шалфея предотвращают порчу рафинированного, обесцвеченного дезодорированного пальмового масла при обжаривании ломтиков картофеля во фритюре. Оптимальная дозировка антиоксидантов: 0,076% экстракта розмарина;
0,066% экстракта шалфея; 0,037% лимонной кислоты [195].

Таблица 37. **Антиокислительная активность эфирных масел в подсолнечном масле (по материалам [194])**

Название эфирного масла	Значение перекисного числа подсолнечного масла (мг-экв/кг) через	
	7 сут	14 сут
Контроль	86,3	581,0
БОТ	51,2	418,5
Анисовое	40,6	238,2
Тминное	42,2	312,4
Перечной мяты	41,0	248,2
Индийского базилика	46,2	302,5
Айована	32,2	229,5

Одним из методов определения суммарного количества антиоксидантов в растительных экстрактах является метод кумоловой пробы, основанный на измерении скорости модельной реакции окисления кумола молекулярным кислородом. Этим методом установлено содержание антиокислителей в сверхкритических экстрактах шалфея (3,1%), розмарина (1,6%), чабреца (0,4%), черного перца (0,7%) [82].

Антиокислителями в эфирных маслах являются терпены и терпеноиды, из которых на 60% состоят эфирные масла. Проведенная модельная реакция на антиокислительную активность терпенов показала, что в каждой их молекуле содержится как минимум две активные группы, выступающие в качестве ингибиторов свободных радикалов [48].

Установлено, что терпены перца черного обладают более высокой антиокислительной активностью, чем чистый терпен эвгенол и синтетический антиокислитель бутилоксианизол (БОА) [48]. Считается, что кислородсодержащих терпенов в сушеной зелени на 60% меньше, чем в свежей, при этом установлено, что даже сушеная зелень является более сильным антиокислителем свиного топленого жира, чем БОА [194].

Растительные экстракты, полученные с помощью сверхкритической углекислотной экстракции, в большинстве своем содержат вещества, присутствующие в списке натуральных антиоксидантов, и используются в пищевой промышленности в качестве антиокислителей [82, 83]. Сверхкритическая экстракция позволяет в наиболее полной мере извлекать из растительного сырья активные компоненты, в том числе терпены и терпеноиды, проявляющие антиокислительное действие [82]. Сверхкритический флюидный экстракт чеснока продемонстрировал в экспериментах высокую антиокислительную активность в

растительных маслах [83]. Сверхкритический экстракт розмарина признан как наиболее мощный природный антиоксидант, имеющий, кроме того, высокие экономические показатели, позволяющие ему успешно коржурировать с химическими антиоксидантами [82, 131]. Антиокислительные свойства экстракта розмарина обусловлены содержанием в нем широкого спектра фенольных дитерпенов. Среди них — карнозиновая кислота, карнозол, розманол, эпирозманол, изорозманол, метилкарнозат и др. [131]. Основным антиокислителем в экстрактах розмарина считается карнозиновая кислота, составляющая 0,35% от сухого вещества листьев розмарина [131,168]. Экстракты розмарина чрезвычайно важны для продуктов переработки мяса и рыбы, поскольку нечувствительны к поваренной соли и пищевым фосфатам [131]. Карнозиновая кислота как индивидуальное вещество не является разрешенной пищевой добавкой, но в составе натуральных экстрактов розмарина, орегано и шалфея проявляет свои антиокислительные свойства и позволяет предохранять пищевые продукты от окисления.

Антиокислители, так же как и консерванты, условно можно разделить на две группы: так называемые фактические и вторичные антиокислители. Фактические антиокислители замедляют процесс окисления путем взаимодействия с кислородом воздуха (не допуская его реакции с продуктом), прерывая реакцию окисления (дезактивируя активные радикалы) или разрушая уже образовавшиеся перекиси. Вторичные антиокислители воздействуют на окислительно-восстановительный потенциал, активность воды продукта. В зависимости от дозировки вторичные антиокислители могут оказывать как анти-, так и проокислительное действие. Например, аскорбиновая кислота в небольших количествах (до 200 мг/кг) замедляет окисление, а увеличение ее содержания до 5000 мг/кг оказывает проокислителное действие [131]. Бесконечное увеличение дозировок фактических антиоксидантов тоже не приводит к увеличению времени защиты продукта. На практике для большинства антиоксидантов существует предельная концентрация, выше которой срок хранения продукта уже не увеличивается.

В РФ в мясную и рыбную продукцию, согласно ТИ, в качестве антиокислителей (синергистов антиоксидантов) разрешено использовать лимонную кислоту в количестве, установленном ТИ [37, п. 3.2.11, 3.4.11]; лактат калия Е326, лактат кальция Е327, лактат натрия Е325 в количестве, установленном ТИ [37, п. 3.2.12, 3.4.12]; токоферолы: альфа-токоферол Е307, гамма-токоферол синтетический Е308, дельта-токоферол синтетический Е309, токоферолы концентрат смеси Е306 по отдельности или в комбинации в количестве, установленном ТИ [37, п. 3.4.15]. В РФ в качестве антиокислителей в мясные и рыбные продукты разрешено использовать, согласно ТИ, аскорбиновую кислоту Е300, аскорбат калия Е3О3, аскорбат кальция Е302, ас-корбат натрия Е301 по отдельности или в комбинации в количестве, установленном ТИ [37, п. 3.4.2]; изоаскорбиновую (эриторбовую) кислоту Е315, изоаскорбат калия Е317, изоаскорбат кальция Е318, изоаскорбат натрия Е316 по отдельности или в

комбинации — в мясные продукты из измельченного мяса, фарша, ветчинные изделия, пресервы, консервы — в количестве до 500 мг/кг в пересчете на изоаскорбиновую кислоту; в рыбные пресервы, консервы, рыбу с красной кожей мороженую — в количестве до 1,5 г/кг в пересчете на изоаскорбиновую кислоту [37, п. 3.4.8].

Применение индивидуальных антиокислителей не всегда позволяет предохранить продукты от окислительной порчи. Поэтому целесообразнее использовать несколько антиокислителей одновременно. При этом проявляется явление синергизма — взаимное усиление антиокислительной способности при смешении нескольких (обычно двух) антиоксидантов. Например, при производстве мясных продуктов эффективность применения смеси токоферолов значительно возрастает при добавлении аскорбиновой кислоты [131]. Усиления антиокислительного действия можно также добиться, используя антиокислители или их смеси в комбинации с веществами, которые сами или не обладают антиокислительным действием, или являются слабыми антиоксидантами. К таким веществам (их называют синер-гистами) относятся некоторые многоосновные органические оксикислоты (лимонная Е330), ряд аминокислот, полифосфаты, ЭДТА и другие соединения. Кислоты являются донорами водорода, необходимого для регенерации антиокислителей, а действие комплексообразователей основано на связывании (переводе в неактивную форму) ионов металлов, катализирующих окисление. В случае со слабыми антиоксидантами трудно провести четкую границу между антиокислителями и синергистами.

Процесс окисления является самоускоряющимся. Поэтому чем раньше к продукту добавлен антиокислитель, тем большего эффекта можно от него ожидать. Наоборот, если скорость окисления уже достигла своего порогового значения, добавлять антиоксидант бесполезно.

Защитные газы (регулируемая газовая среда)

Хранение мясных и рыбных продуктов в регулируемой/модифицированной газовой среде (ГС) находит все более широкое распространение. Оно позволяет увеличить срок годности продукции с сохранением ее высокого качества и привлекательного внешнего вида, хотя у этого способа есть и недостатки, главными из которых являются увеличение себестоимости продукции и снижение интенсивности красной окраски мяса и рыбы [199]. Хранение в РГС в основном используют для увеличения сроков годности свежих мяса, птицы, рыбы и морепродуктов, но такой способ хранения все чаще практикуется и для продуктов мясопереработки (колбасы, сосиски, ветчины и т. д.). При этом замена части кислорода воздуха инертными газами позволяет достичь сразу нескольких целей. Во-первых, кислород необходим многим микроорганизмам для развития, во-вторых, он необходим для протекания процессов окисления жиров, в-третьих, он ускоряет процессы изменения окраски. Снижение концентрации кислорода воздуха, таким образом, приводит к замедлению микробной, окислительной порчи мяса, птицы, рыбы и морепродуктов, а также способствует сохранению их

натурального цвета. Для формирования РГС используют в основном, углекислый газ (диоксид углерода) CO_2 Е290, азот N_2 Е941 и кислород O_2, реже и в строго ограниченной концентрации — угарный газ СО, закись азота N0 Е942, аргон Аг Е938, сернистый газ (диоксид серы) SO_2 Е220 и озон O_3 [192]. Несмотря на то что большинство перечисленных газов имеют индекс Е и считаются пищевыми добавками, хранение в РГС нигде в мире не рассматривается как внесение в продукт пищевых добавок.

Кислород O_2. Одной из важных функций кислорода в составе регулируемой атмосферы является защита гемовых белков мяса/рыбы от автоокисления и потери красного окрашивания, но эту функцию кислород выполняет только при определенном давлении [192]. Если давление кислорода слишком низкое или очень высокое, окисление гемовых белков наоборот ускоряется [183]. Некоторые исследователи считают, что для стабилизации окси-форм гемовых белков и красного окрашивания давление кислорода должно быть выше 240 мм [192].

Диоксид углерода CO_2 (Е290) является давно и широко известным консервантом, именно эту функцию он прежде всего выполняет в составе РГС. Хранение охлажденного свежего мяса в газовой среде с 15-40% углекислого газа значительно увеличивает срок его годности. Консервирующий эффект возрастает с увеличением концентрации углекислоты, хотя слишком высокое содержание углекислого газа в газовой среде хранилища может приводить к нежелательному изменению цвета и вкуса мяса [187]. Действие диоксида углерода направлено главным образом против плесневых грибов и бактерий родов Pseudomonas *и* Achromobacter, менее чувствительны к нему дрожжи,Lactobacillus и Microbacterium thermosphactum [88, 167].

На рис. 15 представлена зависимость роста бактерий на свином мясе от состава атмосферы и температуры хранения.

Двуокись углерода (Е290) в обычных условиях представляет собой бесцветный негорючий газ с кисловатым вкусом и запахом. Плотность углекислого газа приблизительно в 1,5 раза выше, чем у воздуха. В 1 л воды при комнатной температуре растворяется около 1 л углекислоты [88]. Диоксид углерода для пищевого применения получают в процессе брожения или из природных источников. Транспортируют углекислоту обычно в сжиженном состоянии под высоким давлением в несколько десятков бар.

Азот N_3 является относительно дешевым бесцветным инертным газом без запаха [123]. Он плохо растворим как в воде, так и в жирах. В составе РГС азот используется для замещения кислорода. При этом ухудшаются условия развития аэробных микроорганизмов и замедляются окислительные процессы [192].

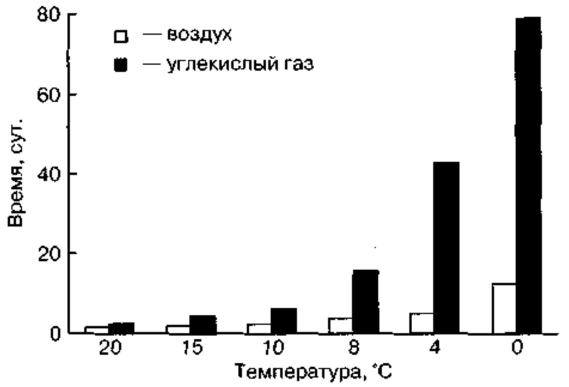


Рис. 15. Рост бактерий на свином мясе (зависимость времени достижения обсемененности 10^7 КОЕ/$см^3$ от температуры в воздушной атмосфере и в углекислом газе) [88]

Угарный газ, монооксид углерода CO используется в составе газовых сред редко и ограниченно. Мясо и красная рыба, упакованные в вакууме, при хранении приобретают непривлекательную окраску, поскольку при слишком низком давлении кислорода окисление гемовых белков ускоряется [168, 183]. Присутствующий в составе газовой среды CO связывается с гемовыми белками с образованием карбоксиформ красного цвета. Однако угарный газ является высокотоксичным веществом: его сродство гемоглобину в 300 раз больше, чем у молекулы кислорода. Связываясь с гемоглобином крови, он блокирует транспорт кислорода в живом организме. Поэтому угарный газ разрешен для использования в составе РГС не во всех странах. В тех странах, где он разрешен (Норвегия), содержание его в газовой смеси очень незначительно (табл. 38). Высокая концентрация CO приводит к появлению зеленой окраски мяса [168]. В тех странах, в которых CO не имеет разрешения для применения в пищевом производстве, его вводят в состав РГС не как прямую пищевую добавку, а опосредованно, в составе очищенного коптильного дыма [168, 183]. Этот коптильный дым сохраняет окраску свежего мяса и рыбы, но не придает им вкуса, аромата и цвета копченостей. Использование такого очищенного коптильного дыма обеспечивает концентрацию CO в газовой среде примерно 0,4% [168]. Рекомендуется также перед длительным хранением в анаэробных условиях говяжьих бифштексов предварительно обрабатывать их 5% CO в течение 24 часов для обеспечения стабильной окраски [176].

Сернистый газ (диоксид серы) SO_2 представляет собой очень реакционноспо-собное соединение, проявляющее как консервирующее, так и антиокислительное действия (см. раздел «Консерванты»). Он находит применение в составе РГС в качестве антимикробного агента при хранении некоторых мясных продуктов, например сосисок [192].

Аргон, Ar — благородный газ, не обладающий ни химической, ни биологической активностью, однако имеются сообщения о некоторой его антимикробной активности [192].

Все газы, используемые в пищевом производстве (табл. 38), должны быть очищены от микроорганизмов, следов масла, воды, кислорода и нежелательных веществ, влияющих на вкус и запах.

Ряд нежелательных микроорганизмов, развивающихся в мясе (например, некоторые виды *Pseudomonas*), могут продуцировать перекись водорода H_2O_2, которая, будучи сильным окислителем, разрушает красящие вещества и придает мясу бледную или даже зеленоватую окраску. В жирном мясе и рыбе в результате автоокисления образуются перекиси, способные за счет окисления центрального атома Pe^{2+} превращать окси-форму гемовых белков в мет-форму коричневого цвета. Другие виды микроорганизмов продуцируют сероводород H_2S, который вызывает образование сульфмиоглобина зеленого цвета. Сульфмиоглобин может образовываться также в мясе в вакуумной упаковке при высоких значения pH (> 6,2). Микрококки могут вызывать обесцвечивание и нетипичную красную окраску.

Таблица 38. **Примеры газовых смесей, применяемых для хранения продуктов переработки мяса, птицы и рыбы (по материалам [88, 163, 183, 188])**

Продукт	CO_2, %	O_2, %	CO, %	N_2, %
Свежее и мороженое мясо	30	30	0	40
	15–40	60–85	0	0
	10–15	85–90	0	0
	20–30	70–80	0	0
	60–70	0	0,3–0,4	30–40
Солонина	20–50	0	0	50–80
	40–80	0	0	20–60
	100	0	0	0
Говядина, жареная ломтиками	75	10	0	15
Свинина, жареная ломтиками	60	< 0,3	0	40
Вареное мясо	20–25	0	0	75–80
Нарезанное ломтями вареное мясо	80	0	0	20
Ветчина, салями	20–35	0	0	65–80
Сосиски свежие	60	40	0	0
Сосиски подкопченные	30	0	0	70
Сосиски венские в натуральной оболочке	30	< 0,4	0	70
Птица	25–30	0	0	70–75
	60–75	5–10	0	20
	100	0	0	0
	20–40	0	0	60–80
Вареная курица	30	< 0,2	0	70
Цыпленок панированный обжаренный	0	0	0	100
Мясные пироги	50	0	0	50
Пицца с ветчиной	60	0	0	40
Равиоли	20	0	0	80
Свежая и мороженая рыба	40	30	0	30
	40	0	0	60
	60	0	0	40
	60–70	0	0,3–0,4	30–40
	0	0	0	100

Расход газовых смесей, необходимый для обеспечения определенного срока хранения продукта, зависит от массы и состава пищевого продукта (табл. 39). Состав газовой среды для разных продуктов подбирают различный, но чаще всего используют 100% CO_2 или смесь: 80% CO_2 и 20% N_2 [192].

Антислеживающие агенты

Действие антислеживающих агентов основано на адсорбировании влаги или образовании тонких гидрофобных слоев между частицами продукта. В результате решаются проблемы, связанные с гигроскопичностью веществ, например прилипание батонов колбас друг к другу или к поверхности оборудования. Для обработки поверхности колбас в РФ разрешен и практически используется тальк E553iii (силикат магния) [37, п. 3.5.1].

***Таблица 39.* Расход газовых смесей для хранения различных продуктов (по материалам [210])**

Наименование продукта	Рекомендуемый расход газовых смесей на 100 г продукта, мл	Срок хранения	Температура хранения, °С
Бекон, колбаса, сосиски, мясная нарезка	50–100	3–4 нед.	4
Сырая говядина, свинина, баранина	100–200	5–8 сут.	2–3
Свежая курица	100–200	16 сут.	2–3
Свежая рыба	200–300	5–14 сут.	0–2

Пленкообразователи

Пленкообразователи (покрытия, глазирователи, глянцеватели) — это вещества, наносимые в виде пленки или тонкого слоя (глянца) на поверхность пищевых продуктов или являющиеся компонентами защитных покрытий.

Пленкообразователи сохраняют свежесть пищевых продуктов, защищают их от высыхания, снижения веса, потерь витаминов и ароматических веществ, а также от нежелательного воздействия окружающей среды (окисление, микробное заражение и т. п.). Кроме того, с помощью пленкообразователей можно придавать продукту привлекательный внешний вид.

Если между покрытием и поверхностью пищевого продукта существует химическое сродство, на поверхности продукта образуется химически связанная с ним пленка. Гибкие прозрачные водорастворимые неклейкие пленки образуют модифицированные крахмалы, особенно ацетатные.

В качестве пленкообразователей преимущественно используются загустители и гелеобразователи, в мясо- и рыбоперерабатывающей промышленности глазирующие составы часто получают на основе желатина. В составе глазирующих смесей для морозильного хранения рыбы часто используют

поливиниловый спирт, КМЦ. Они упрочняют ледяную пленку на поверхности рыбы.

Используемые количества пленкообразователей незначительны и составляют 0,1-1,0%. Нанесение осуществляют опрыскиванием, погружением или обмазыванием. Некоторые Пленкообразователи перед нанесением на поверхность необходимо расплавить (например, воски).

Добавкой к пленкообразующим составам различных веществ можно целенаправленно изменять свойства покрытий. Например, консерванты удлиняют сроки годности покрытых пленкой продуктов; белые пигменты (карбонат кальция) защищают от света; антиокислители — от окисления жира.

1.5. Ускорение и облегчение ведения технологических процессов

Регуляторы кислотности/интенсификаторы созревания

Вещества, устанавливающие и поддерживающие в пищевом продукте определенное значение pH, называются регуляторами кислотности. Добавление кислот снижает pH продукта, добавка щелочей увеличивает его, а добавка буферных веществ поддерживает pH на определенном уровне.

В производстве мясо- и рыбопродуктов поддержание кислой реакции среды необходимо для оптимизации протекания процессов созревания, поэтому регуляторы кислотности в мясо- и рыбоперерабатывающей промышленности часто называют интенсификаторами созревания.* Эти вещества активизируют протеазы мышечной ткани (т. е. первый этап протеолиза) путем снижения pH до значения 5-5,5 [116]. Интенсификаторы созревания позволяют сократить продолжительность технологического процесса. В качестве интеисификаторов созревания используют глюконо-дельта-лактон (ГДЛ) Е575, пищевые кислоты (лимонную Е33О, молочную Е270, яблочную Е296), кислые соли (цитрат натрия Е331, ацетат натрия Е262, дигидропирофосфат натрия Е450i).

ГДЛ по внешнему виду представляет собой белый кристаллический порошок. При попадании его на язык сначала ощущается сладковатый вкус, который затем переходит в слабокислый. При контакте с водой это вещество постепенно превращается в глюконовую кислоту, которая имеет кислую реакцию и является действующим подкисляющим веществом (рис. 16) [123]. Обычно его дозировка в производстве салями составляет 3-12 г/кг готового продукта [168].

Благодаря добавке кислот в колбасах и ветчинных изделиях происходит ускорение превращения миоглобина и гемоглобина в термостойкие нитрозомиоглобин и нитрозогемоглобин. Обычно добавляют 0,2-0,3% глюконо-дельта-лактона Е575 или 0,1% лимонной кислоты Е330

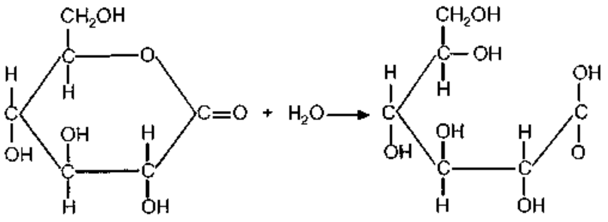


Рис. 16. Превращение глюконо-дельта-лактона в глюконовую кислоту

Носители, растворители, разбавители

Рецептурные компоненты мясных и рыбных продуктов иногда перед использованием желательно разбавлять или растворять для удобства дозирования малых количеств и равномерного распределения в продукте (ароматизаторы, красители, антиокислители, ферменты) или для защиты от нежелательных воздействий (витамины). Для этого используют носители, растворители или разбавители. Чаще всего в этой роли выступают вода, растительные масла или животные жиры, сахар, поваренная соль, крахмалы, мальтодекстрины и т. п., то есть вещества, делающие более легким, безопасным и эффективным процесс внесения рецептурных компонентов в продукт, а также защищающие и стабилизирующие эти компоненты. Сами носители, растворители и разбавители в продукте не выполняют никаких технологических функций.

1.6. Вспомогательные вещества

Экстрагенты

Экстрагенты — это жидкости или газы, способные экстрагировать из растительного или животного сырья определенные его компоненты. При этом экстрагент и экстрагируемое вещество не вступают в химическое взаимодействие. Экстракцию проводят в экстракторах различной конструкции непрерывного или периодического действия.

Промышленное применение находят три вида экстракции: жидкостью из твердого вещества, жидкостью из жидкости и газом из твердого вещества. В качестве жидких экстрагентов чаще всего применяют воду, пищевые растительные масла, этиловый спирт и другие алифатические спирты, гексан и другие углеводороды, в том числе хлорированные (Приложение 12). По окончании процесса экстракции экстрагент удаляют перегонкой при более или менее интенсивном нагревании. При этом обычно не удается сохранить в экстракте легколетучие ароматические компоненты, которые отгоняются вместе с экстрагентом.

Газы (диоксид углерода Е290, азот Е941 или пропан Е944) используют в качестве экстрагентов в сжиженном (докритическом) или сверхкритическом состоянии [78-80, 82]. В настоящее время практическое использование в качестве

экстрагента находит почти исключительно диоксид углерода, полученные экстракты называют $C0_2$-экстрактами. Экстракция жидким диоксидом углерода протекает под высоким давлением, достаточным для сжижения газа. По окончании процесса экстрагирования давление снижают до атмосферного, газ гюлностью улетучивается и отпадает необходимость его дополнительного удаления. В результате отсутствия воздействия высоких температур в CO_2-экстрактах сохраняется большая часть легколетучих ароматических веществ, поэтому они применяются в качестве натуральных ароматизаторов [79]. Сверхкритические CO_2-экстракты обладают дополнительными достоинствами по сравнению с докритическими экстрактами [82]. Именно сверхкритическая экстракция позволяет рассматривать CO_2-экстракты растительного сырья не только в качестве ароматизаторов, но и в качестве функциональных ингредиентов: антиоксидантов, консервантов, красителей [82].

Охлаждающие и замораживающие агенты

Охлаждающие агенты — это вещества, понижающие температуру пищевого продукта при прямом контакте с ним. Их еще называют контактными замораживающими и охлаждающими средствами (Приложение 6). Не следует путать охлаждающие агенты с хладагентами, применяемыми в холодильной технике.

Охлаждающие и замораживающие агенты способны отнимать тепло у контактирующего с ними продукта благодаря очень низким собственным температурам плавления и кипения. Они могут применяться в форме газов, жидкостей или твердых тел. Замораживание можно проводить в одну или в две (т. е. через предварительное охлаждение) стадии.

Старейшим охлаждающим агентом является *лед*. Отнимая тепло у охлаждаемого пищевого продукта, лед превращается в воду. Это превращение во многих случаях нежелательно, но лед и сегодня сохраняет свое значение при охлаждении рыбы и морепродуктов. Кроме того, лед применяют, заменяя им часть вносимой по рецептуре воды, в производстве фаршевых мясопродуктов (колбаса, сосиски и т. п.) — чтобы предотвратить разогрев фаршевой массы. В качестве охлаждающего агента находит применение и сухой лед (твердая углекислота), преимущество его использования заключается не только в более быстром охлаждении, но и в том, что, отнимая тепло, он превращается в газ, минуя жидкое агрегатное состояние (сублимируется), и улетучивается из продукта.

Охлаждение *воздухом* подразделяют на медленное и быстрое. Медленное замораживание (более старый способ) осуществляют перемещающимся с небольшой скоростью воздухом (температурой до -25 °C). Быстрое замораживание заключается в обдувании замораживаемого продукта потоком воздуха высокой скорости и высокой влажности при температуре от -30 до -40 °C.

Жидкий воздух в качестве замораживающего агента пищевых продуктов по целому ряду причин практически не используется [25]. Хотя замораживание

продуктов путем погружения или орошения их испаряющимся хладагентом считается наиболее эффективным:

- создаются наилучшие условия для теплообмена;
- достигается высокая скорость замораживания;
- устраняются потери за счет обезвоживания;
- улучшается качество замороженных продуктов;
- используются компактные и экономичные морозильные установки [25].

Скорость замораживания имеет большое значение, поскольку она влияет не только на микробиологическую стойкость продуктов, но и на их консистенцию и вкус. При высокой скорости замораживания микробы не успевают адаптироваться и погибают, а клеточная вода в обрабатываемом продукте кристаллизуется так быстро, что больших кристаллов, способных повредить клеточные стенки, не образуется (рис. 17). Поэтому в продукте не ухудшаются ни консистенция, ни вкус, снижаются потери за счет вымерзания влаги в процессе замораживания и потери тканевого сока при дефростации [25, 156, 188].

В качестве охлаждающих и замораживающих агентов наиболее широкое применение находят жидкий азот Е941 и жидкий диоксид углерода Е290. Азот — бесцветный, химически инертный газ без запаха и вкуса, углекислый газ — бесцветный, с кисловатым запахом и вкусом [123]. Их физические характеристики, важные для использования в качестве охлаждающих агентов, приведены в табл. 40.

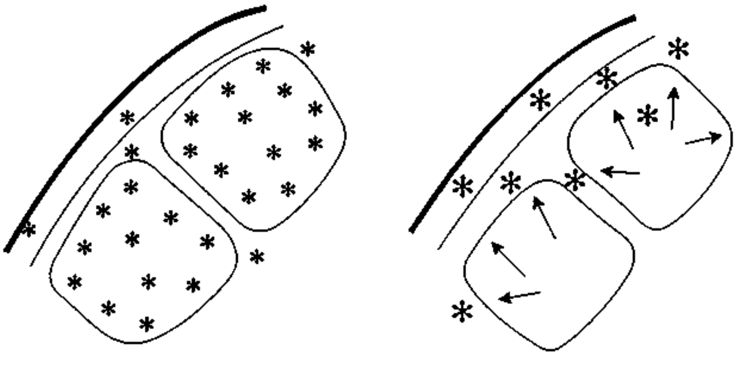


Рис. 17. Формирование кристаллов в процессе замораживания мяса, птицы, рыбы и морепродуктов [188]

Таблица 40. **Некоторые физические характеристики популярных замораживающих агентов (по [25])**

Вещество	Код E	$T_{кип}$, °C	Скрытая теплота испарения, ккал/кг
Азот	E941	–195,8 (1 атм)	47,3
Диоксид углерода	E290	–57,6 (1 атм)	75
Сухой лед (твердый диоксид углерода)	E290	–79 (5 атм, $T_{сублимации}$)	135,4 (примерно)
Дифтордихлорметан (фреон-12)	E940	–30 (1 атм)	Нет данных

При использовании жидкого азота температура замораживания чаще всего близка к -100 ^{0}С. Недостатком замораживания в жидком азоте является чрезвычайно интенсивный отвод тепла от поверхности продукта, сопровождаемый быстрым понижением ее температуры до таких значений, при которых пластические свойства продукта утрачиваются, сменяясь упругими, следствием чего становится его растрескивание [25]. Растрескивание предупреждают замедлением скорости замораживания задаваемыми условиями отвода тепла или предварительным охлаждением продукта холодными парами азота [25]. Скорость замораживания жидкой углекислотой значительно ниже, чем жидким азотом, но выше, чем при замораживании в воздушных туннельных морозилках [25]. Хорошие результаты дает использование смесей диоксида углерода с азотом в разных соотношениях. Мгновенное замораживание продуктов, особенно дорогостоящих, с применением таких смесей является прекрасным способом обеспечить их длительное хранение без изменения питательных и органолептических характеристик. При этом в продукт не попадает вода, как в случае льда (при размораживании газы полностью улетучиваются). Для замораживания жидкими газами используют специальные установки непрерывного и периодического действия.

В качестве контактных замораживающих агентов используются фреоны, чаще всего фреон-12, сжиженный дихлордифторметан Е940 (Приложение 6). При атмосферном давлении фреон-12 представляет собой бесцветный газ со слабым запахом четыреххлористого углерода [123]. Фреон-12 применяется при замораживании рыбного филе, рыбных палочек, креветок (сырых, вареных, панированных), овощей (зеленый горошек, жареный картофель), порционированных мяса и цыплят (сырых, вареных, панированных) [25]. Этот замораживающий агент не полностью удаляется из продукта при дефростации, следовые количества остаются в продукте, что доказано целым рядом исследований [25]. Разрешенные в РФ остаточные количества дихлордифторметана составляют 100 мг/кг замороженного продукта, остаточные количества других контактных замораживающих средств приведены в Приложении 6. По некоторым оценкам, стоимость замораживания пищевых продуктов фреоном-12 в 3-5 раз ниже, чем другими жидкими хладагентами [25].

Охлаждающие и замораживающие агенты с успехом применяются для сохранения идеальной влагоудерживающей способности парного мяса для его дальнейшей переработки в деликатесные продукты, для хранения и

транспортировки сублимированных бактериальных препаратов (стартовых культур). Использование «сухого льда» вместо обычного предпочтительно для быстрого охлаждения мяса птицы сразу после забоя. Жидкий азот применяют для сушки вымораживанием.

Вещества, способствующие жизнедеятельности полезных микроорганизмов

Микроорганизмы все шире используются в переработке мяса и рыбы. Это связано с их способностью продуцировать в тканях мяса и рыбы специфические биологически активные компоненты: органические кислоты, бактериоцины, ферменты, витамины, что способствует улучшению санитарпо-микробиологических, органолептических показателей готового продукта, а также позволяет интенсифицировать производственный процесс [153].

Сахар, часто используемый при посоле мяса и мясопродуктов совместно с солью и нитритом, не только улучшает вкус продукта и способствует стабилизации его окраски, но и благотворно влияет на жизнедеятельность молочнокислых бактерий, входящих в состав бактериальных препаратов. При применении определенных бактериальных препаратов используют и соответствующий состав Сахаров (глюкозу, лактозу, сахарозу и их смеси).

Наличие Сахаров (прежде всего сахара и глюкозы) в рассоле способствует развитию в мясопродуктах кислотообразующих микроорганизмов, что позволяет сохранять значение pH рассола на уровне, неблагоприятном для развития гнилостных микроорганизмов [51]. Например, если pH рассола без сахара после 30 суток обычно превышает 6,0 и достигает иногда 7,3, то в рассоле с добавлением сахара pH снижается и к концу длительного посола составляет 5,7-5,8 [51].

Обмен веществ и развитие клеток микроорганизмов невозможны без питания. Кроме воды им необходимы углерод, азот, минеральные вещества, микроэлементы, витамины, аминокислоты, пиримидины и пурины.

По способности использования источников углерода различают автотрофные и гетеротрофные микроорганизмы. Первые используют в качестве источника углерода углекислый газ и органические вещества, которые они могут получать, окисляя неорганические. Гетеротрофным микроорганизмам требуются органические источники углерода. В пищевой промышленности применяются гетеротрофы. Источниками углерода им служат моносахариды (глюкоза, фруктоза, галактоза и др.), дисахариды (сахароза, лактоза, мальтоза, целлобиоза), трисахариды (раффиноза), полисахариды, олиго- и полипептиды, аминокислоты, а также природное сырье и продукты его переработки (картофель, мука, свекла, целлюлоза, шрот и др.). В настоящее время в качестве источника углерода в биотехнологии используют гидролизаты крахмала и целлюлозы, сахарную мелассу, спирт и др.

Плесневые грибы растут преимущественно на сахаросодержащих средах, а бактерии — на белоксодержащих.

Микроорганизмам, не способным усваивать азот из воздуха, нужны для развития азотсодержащие среды. Обычно в качестве таковых используют производные аммиака, сам аммиак, мочевину, аминокислоты (глицин, аланин, валин и др.), пептоны и белковые продукты (например, мясной экстракт).

Из минеральных веществ самым важным для микроорганизмов является фосфор, участвующий в переносе энергии и входящий в состав нуклеиновых кислот. Кроме того, им требуются сера, калий, кальций, магний и натрий, а также микроэлементы: кобальт, марганец, медь, цинк, молибден, хром, никель, ванадий, бор, селен, кремний, вольфрам, хлор и йод. Для удовлетворения потребности микроорганизмов в этих элементах их вносят в субстрат в виде неорганических солей.

Витамины являются необходимым условием развития различных микроорганизмов, так как они входят в состав коферментов (например, никотинамид в $НАД^+$ и $НАДФ^+$). Наиболее важными для микроорганизмов витаминами являются тиамин (В,), рибофлавин ($В_2$), пиридоксин ($В_в$), биотин, пантотеновая кислота, фолие-вая кислота и цианокобаламин ($В_{12}$).
Пиримидины и пурины необходимы живой клетке для синтеза нуклеиновых кислот.

Ферменты и ферментные препараты

Ферменты (энзимы) — биологические катализаторы белковой природы, способные во много раз ускорять химические реакции, протекающие в животном и растительном мире. Ферменты имеют ряд достоинств перед небиологическими катализаторами: во-первых, скорость ферментативного катализа на несколько порядков выше (от 10^3 до 10^9); во-вторых, большинство из них отличается исключительно высокой субстратной специфичностью; в-третьих, ферменты катализируют реакции в мягких условиях (при атмосферном давлении, температуре от 20 до 70 ^{0}С, рН от 4 до 9).

По современной классификации все ферменты делятся на шесть основных классов по типу катализируемой реакции: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы и лигазы. Большинство иромышленно важных ферментов относятся к третьему классу — гидролазам. Подавляющее количество препаратов являются комплексными, содержащими помимо основного фермента еще значительное количество сопутствующих ферментов и белков. Поэтому в технологии ферментов препараты чаще классифицируют по основному компоненту в смеси ферментов, присутствующих в данном препарате: амилолитические, протеолитические, липолитические и т. д.

В нашей стране существует определенная система названий ферментных препаратов, в которой учитываются основной фермент, источник получения и степень очистки. Наименование каждого препарата включает сокращенное название основного фермента, затем добавляется видовое название продуцента и заканчивается название препарата суффиксом «ин». Далее ставится индекс, в котором обозначены способ производства и степень очистки фермента от

балластных веществ.

При глубинном способе культивирования после названия ставится буква Г, а при поверхностном — П. Если это неочищенная культура продуцента, то далее следует буква х. Между буквами П, Г и х может стоять цифра, обозначающая степень чистоты препарата. Индекс 2 означает жидкий неочищенный концентрат исходной культуры; 3 — сухой ферментный препарат, полученный высушиванием методом распыления неочищенного раствора фермента (экстракт из поверхностной культуры или культуралыюй жидкости); 10 — сухие препараты, полученные осаждением ферментов, органическими растворителями или методом высаливания. Индексы 15, 18, 20 обозначают препараты, частично освобожденные не только от балластных веществ, но и от сопутствующих ферментов. Номенклатура препаратов с индексом выше 20 в России не используется, так как в этих случаях речь идет о высокоочищенных и даже гомогенных ферментных препаратах, которые именуются согласно классической номенклатуре и классификации ферментов.

В пищевой промышленности ферментные препараты представляют собой мультэнзимные комплексы и, помимо активного белка, содержат различные балластные вещества. Большое число ферментных препаратов получают в промышленном масштабе с использованием микроорганизмов — активных продуцентов соответствующих ферментов.

Ферментные препараты позволяют значительно ускорять технологические процессы, увеличивать выход готовой продукции, повышать ее качество, экономить ценное сельскохозяйственное сырье, улучшать условия труда на производстве.

В мясо- и рыбопереработке активно используют протеиназы, которыми обрабатывают мясное, рыбное и коллагенсодержащее сырье. Такая обработка улучшает вкусовые и питательные качества мяса, рыбы, мясо- и рыбопродуктов, резко снижая их жесткость, дает возможность оптимально использовать белковые ресурсы. В рыбопереработке протеиназы (протеазы) улучшают обработку рыбы для сохранения «связанной воды», с их помощью получают рыбные гидролизаты.

Ферментные препараты протеиназ помогают решить проблемы выработки высококачественных продуктов питания из низкосортного мясного сырья со значительным содержанием соединительной ткани, а также использования малоценных продуктов, в том числе субпродуктов с высоким содержанием соединительной ткани, в целях получения полупродуктов (гидролизат, белковая добавка и т. д.) для их ограниченного введения в рецептуры мясных продуктов.

С использованием ферментных препаратов можно выполнять обезжиривание: применение липолитических ферментов на фоне обработки протеазами неколлагеновой направленности позволяет очистить коллагеновые волокна от мышечных белков и жировой ткани для дальнейшего использования, например, в косметологии [145].

Для расщепления белков в мясо- и рыбоперерабатывающей промышленности используют ферменты растительного, животного и микробного

происхождения.

Протеазы растительного происхождения — папаин, бромелайн (бромелин) и фицин [145, 123]. Папаин содержится в млечном соке плодов дынного дерева (папайи) *Carica papaya* (L.); бромелайн — в плодах ананаса *Ananas comosus*, *Ananas bracteatus* (L.)~, фицин —в соке стеблей и листьев плодового дерева инжир *Ficus* sp. [37, раздел 5.6,123]. Применяются довольно низкие концентрации препарата папаи-на — около 5 мг/кг, для старых животных — до 30 мг/кг. Папайи гидролизует не только мышечные белки, но и значительное количество коллагена и эластина; их гидролиз резко возрастает при температуре выше 40 °C, т. е. при тепловой обработке мяса. Действие бромелайна на белки мяса аналогично действию папаина. Фицин при низких температурах оказывает более сильное гидролитическое действие на мышечную ткань мяса, чем папаин и бромелайн, кроме того, фицин хорошо гидролизует денатурированный коллаген и нативный эластин. Следует отметить, что вышеописанные протеиназы, особенно бромелайн и фицин, не имеют широкого распространения из-за дефицита сырья для их получения, небольшого выхода, а следовательно, высокой стоимости.

В группе ферментов животного происхождения наибольший интерес представляют препараты, вырабатываемые из поджелудочной железы убойных животных, — панкреатин, трипсин, химотрипсин, а также получаемый из слизистой оболочки сычугов крупного рогатого скота и свиных желудков пепсин [145, 37, раздел 5.6]. Сравнительная активность ферментов из растительных и животных источников по отношению к мышечным белкам и коллагену соединительной ткани показана в табл.41.

Микробные протеиназы могут продуцироваться микроорганизмами родов: Aspergillus, Penicillium, Streptococcus, Micrococcus, Mucor, Pseudomonas, Actinomyces, Bacillus, Clostridium, Micromonospora [37, 145, раздел 5.6].

Истинной коллагеназой считается фермент, гидролизующий последовательность Gly-Pro-oPro. Наиболее ценным источником получения коллагеназы является гепатопанкреас камчатского краба. Название «камчатский» можно считать условным, поскольку этого краба разводят и в акваториях Баренцева и Балтийского морей [145]. Коллагеназа камчатского краба рекомендуется в мясной промышленности для смягчения мяса и улучшения его вкуса; в рыбоперерабатывающей промышленности — для снятия кожицы с тушек кальмара и для очистки икры от ястыков [74].

Существуют различные способы ферментативной обработки: кусок мяса или соединительной ткани погружают в раствор ферментного препарата, наносят порошок препарата на поверхность либо вводят раствор в ткань с помощью шприца. Шприцевание раствора ферментного препарата в продукт нашло наибольшее распространение в современной мясоперерабатывающей промышленности. Погружение кусков сырья в раствор фермента не обеспечивает достаточной поверхности контакта [145]. Прижизненное шприцевание в кровеносную систему не нашло широкого применения, так как оно приводит к

неравномерному распределению фермента в толще туши, причем до 90% фермента теряется при обескровливании, а также скапливается в языке и печени [145].

Фермент трансглютаминаза катализирует образование ковалентных химических связей между аминокислотами мышечных тканей мяса и рыбы, прежде всего глутамином и лизином. Ковалентные связи отличаются высокой прочностью и не разрушаются под действием физических факторов (нагрев, облучение и т. д.). Этот фермент можно использовать для склеивания мелких кусков мяса в более крупные, тем самым имитируя продукт, произведенный из более дорогого мяса, а также применять в производстве рыбных изделий из сурими [168, 185, 211]. Рекомендуемая дозировка трансглютамипазы составляет до 1% к массе мяса [211].

Трансглютаминазу производят ферментацией бактерий вида *Bacillus subtilis* GT [168]. Действие фермента не зависит от присутствия кальция, он работает в интервале pH 5-8, оптимум действия — при pH 6-7 [168]. Оптимум температуры — 55 °С. Обычно товарные формы трансглютаминазы содержат всего 2-10% фермента, остальное — носитель, например сахар [168].

Поскольку ферменты проявляют четко выраженную специфичность по отношению к субстрату и реакции, которую они катализируют, каждый коммерческий ферментный препарат, в зависимости от активности, обладает специфическим оптимумом действия, который зависит от pH, температуры, длительности реакции и возможного наличия в инкубационной среде ингибиторов (например, фенольных веществ) [51].

Таблица 41. **Сравнительная активность ферментов [по 145]**

Ферменты	Сравнительная активность по отношению	
	к мышечным белкам	к коллагену соединительной ткани
Растительного происхождения		
Папаин	1,0	1,0
Бромелайн (бромелин)	1,0	1,2
Фицин	0,8	1,2
Животного происхождения		
Пепсин	0,01	0,0
Трипсин	16,0	0,9

ЧАСТЬ 2

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК В ПРОИЗВОДСТВЕ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ПРОДУКЦИИ ИЗ МЯСА НАЗЕМНЫХ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ

2.1. Полуфабрикаты из мяса наземных животных и птицы

К полуфабрикатам из мяса и птицы относят крупнокусковые, порционные, мелкокусковые (бескостные и мясокостные), бескостные рубленые полуфабрикаты; (котлеты, бифштексы, шницели, ромштексы, фарши). Эти полуфабрикаты выпускают охлажденными и замороженными. К рубленым полуфабрикатам, выпускаемым только в замороженном виде, относятся фрикадельки, кюфта, кнели и пельмени [118]. Основными стадиями технологического процесса производства охлажденных натуральных полуфабрикатов являются следующие: убой скота/птицы и разделка туш, охлаждение, разделка, обвалка, выделение бескостных и мясокостных полуфабрикатов, упаковывание, хранение, контроль качества, реализация. Последовательность стадий может меняться, в частности охлаждение может следовать после выделения полуфабрикатов и упаковки [118]. Производство

рубленых полуфабрикатов включает зачистку, обвалку и жиловку мясного сырья, измельчение его на волчке, подготовку вспомогательного сырья, приготовление фарша, формование полуфабрикатов, порционную упаковку, охлаждение или замораживание, хранение, контроль качества, реализацию [118]. Технологический процесс производства пельменей (и других аналогичных полуфабрикатов) дополнительно включает стадии подготовки муки, приготовления теста, выдержки теста, которые осуществляются до стадии формования полуфабрикатов. Кроме того, после замораживания пельменей и снятия их с металлической ленты их подвергают готовке (шлифованию).

Увеличение выхода, улучшение консистенции

В процессе замораживания и последующего холодильного хранения мясных полуфабрикатов происходят изменения белков мышечной ткани. Вымораживание воды способствует концентрированию солей в клеточном соке, что ведет к изменению pH и дегидратации белковых молекул. При дефростации структура мышечной ткани полностью не восстанавливается, поэтому увеличиваются потери сока. Количество сока, выделившегося при дефростации, зависит от различных факторов: вида мяса, способа его обработки перед замораживанием, способа замораживания, условий хранения и т. д. Повторное замораживание мяса, хранение его в охлажденном виде в течение нескольких дней перед замораживанием значительно увеличивают количество выделяющегося сока [111]. Сохранение влагоудерживающей способности мышечной ткани при морозильном хранении мясных полуфабрикатов достигается путем обработки влагосвязывающими агентами (см. раздел «Влагосвязывающие агенты»), прежде всего фосфатами. В производстве рубленых полуфабрикатов фосфаты обычно используют в дозировке 200 г на 100 кг несоленого сырья [127].

Для увеличения выхода, улучшения консистенции, предотвращения потерь при термообработке и в циклах замораживания/оттаивания в рубленые полуфабрикаты, а иногда и в фарш, добавляют гидроколлоиды с высокой влагоудерживающей способностью, прежде всего каррагинаны, конжак и КМЦ (предпочтительно марки с высокой вязкостью) [201]. Рекомендуемая дозировка КМЦ составляет 1-5 кг на 100 кг фарша [201]. Во избежание комкования гидроколлоиды вносят в фарш постепенно при перемешивании. Если есть такая возможность, предварительно смешивают с солью и другими порошкообразными рецептурными компонентами. Использование КМЦ позволяет вводить в фарш и полуфабрикаты довольно большое количество воды (до 20% и выше). Эффект загущения наблюдается не сразу, а по истечении 20-30 минут. Чтобы он проявился в полной мере, после внесения в фарш добавки должно пройти хотя бы 4-6 часов.

Фарш представляет собой сложную систему, основными компонентами которой являются белковые вещества, вода и липиды. Свойства фарша зависят от соотношения количеств прочно- и слабосвязанной влаги: повышение доли прочносвязанной влаги приводит к возрастанию твердости фарша, повышение

доли слабосвязанной влаги — к увеличению толщины прослоек дисперсионной среды и уменьшению взаимодействия между дисперсными частицами. На структурно-механические свойства фарша влияют степень измельчения, температура и продолжительность его хранения [111]. Кроме того, структурно-механические свойства фарша зависят от количества мышечных белков, растворенных в дисперсионной среде. Увеличение количества растворенных белков оказывает пластифицирующее действие на фарш [111].

Стабилизация и улучшение окраски

Использование в рецептуре фаршевых полуфабрикатов большого количества растительных белков, жира и снижение доли мясного сырья приводит к ослаблению окраски изделий. В таких случаях для улучшения окраски используют красители. Мясные рубленые полуфабрикаты подкрашивают рисовым красным и другими разрешенными красителями красной гаммы. Добавка водорастворимой формы экстракта аннато или сахарного колера к фаршевым деликатесам и куриным полуфабрикатам придает им приятный золотисто-желтый оттенок [14]. Красители добавляют непосредственно в фарш в начале процесса куттерования и тщательно перемешивают для обеспечения равномерного распределения красителя по всему объему фарша. Дозировка зависит от желаемого оттенка цвета изделий и товарной формы красителя. Нужно следовать рекомендациям изготовителя, уточняя их по результатам опытной выработки. Поскольку в рубленых полуфабрикатах достаточно и воды, и жира, красители можно использовать как в водо-, так и в жирорастворимой форме, а также нерастворимые.

В РФ использование красителей в сырых мясе, птице, дичи, включая фарш, без добавления других ингредиентов, не допускается [37, п. 3.9.6]. В изделия из измельченного мяса («городское мясо») с содержанием зерновых, бобовых и овощей более 4% в качестве красителей разрешено использовать: красный очаровательный АС Е129 —в количестве до 25 мг/кг, красный 2С Е128 — в количестве до 20 мг/кг, кармины Е120 — в количестве до 100 мг/кг, сахарный колер Е150а, d, c, b — в количестве согласно ТИ [37, п. п. 3.10.14, 3.11.4].

Кармин Е120 используется в различных товарных формах с концентрацией красящего вещества от 0,5 до 50%. Кармин с содержанием карминовой кислоты 50% рекомендуется в дозировке 5-25 г на 100 кг мясного сырья [14]. Более технологичен кармин, нанесенный на глюкозу, его дозировка — 100 г на 100 кг мясного сырья. Для окрашивания фаршевых полуфабрикатов краситель сначала растворяют в питьевой воде, затем вносят в куттер вместе с водой, вносимой по рецептуре при замешивании фарша. При этом учитывают воду, добавленную вместе с красителем. Если используется разбавленная форма кармина, например кармин на глюкозе, его можно добавлять в куттер в начале процесса смешения в виде порошка.

При окрашивании фаршевых полуфабрикатов с растительными добавками синтетическими красителями их используют обычно в виде порошка или гранул.

Нужное количество сухого красителя отвешивают и растворяют в небольшом количестве (50-100 мл) горячей (60-80 °С) питьевой или дистиллированной воды. Раствор красителя добавляют в куттер вместе с водой, вносимой по рецептуре при замешивании фарша. При этом учитывают воду, добавленную вместе с красителем. Рекомендуемая дозировка сухого красителя составляет 1-2 г на 100 кг фарша [125].

Улучшение вкуса и аромата

Стремление производителей рубленых полуфабрикатов расширить ассортимент и снизить себестоимость продукции приводит к созданию, например, комбинированных полуфабрикатов из мясного и рыбного сырья [55]. Замена 15-25% мяса говядины II сорта фаршем из мелких рыб при использовании для нивелирования рыбного запаха соответствующего ароматизатора позволяет получить полуфабрикат с хорошими органолептическими свойствами [55].

Использование ароматизаторов и экстрактов специй позволяет добиваться стандартизации вкуса и аромата полуфабрикатов. При производстве полуфабриката шашлыка введение коптильного ароматизатора в маринад или рассол позволяет выпускать сезонные полуфабрикаты круглый год [113].

Увеличение сроков годности

Исследование быстрозамороженных мясных полуфабрикатов (пельменей) продемонстрировало, что скорость накопления продуктов гидролиза липидов в мясном фарше является лимитирующим процессом при хранении пельменей [15]. Добавка полифосфатов в фарш пельменей положительно сказывается на замедлении окисления липидов (рис. 18).

При хранении говяжьих котлет в атмосфере состава 70% O_2 + 20% CO_2 + 10% N_2 в течение 24 дней при температуре 1-3 °С наиболее эффективным ингибитором окисления жиров и миоглобина показал себя экстракт розмарина [131]. Его действие может быть усилено присутствием аскорбиновой кислоты или ее производных [131].

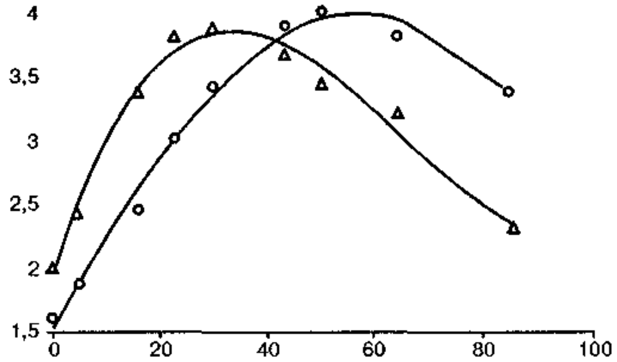


Рис. 18. Зависимость накопления продуктов гидролиза липидов от продолжительности хранения пельменей [15]

2.2. Колбасные изделия (кроме студней и зельцев)

Колбасные изделия представляют собой мясные продукты, изготовленные из колбасного фарша, сформованного в колбасную оболочку, пакет, форму, сетку, подвергнутые термической обработке до готовности к употреблению. Колбасный фарш готовят из смеси различных видов мяса с добавлением жира, белковых препаратов, поваренной соли, специй и других ингредиентов [118].

Колбасные изделия вырабатывают следующих видов: фаршированные, вареные колбасы, сосиски, сардельки, шпикачки, колбаски, мясные хлеба, ливерные колбасы, кровяные колбасы, паштеты, варено-копченые, полукопченые, сырокопченые и сыровяленые колбасы, зельцы, студни [118].

Основные стадии технологического процесса

Технологический процесс производства колбасных изделий схематически изображен на рис. 19 и включает следующие основные стадии:

- подготовка мясного сырья (размораживание, разделка, обвалка, зачистка, жиловка, бланширование, охлаждение, посол, измельчение);
- подготовка шпика и грудинки (охлаждение или подмораживание и измельчение на шпикорезке);

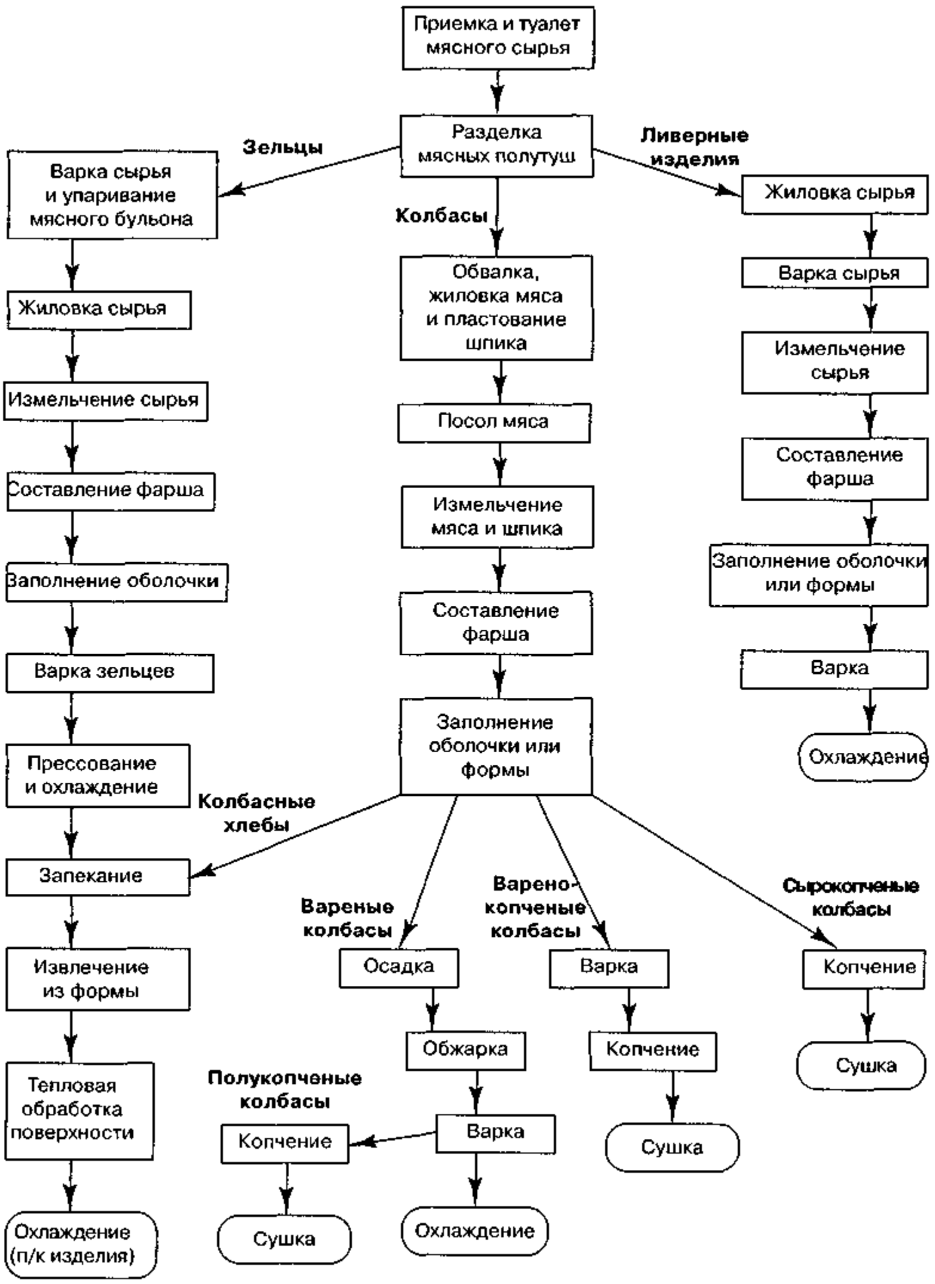


Рис. 19. Технологический процесс производства колбасных изделий.

- подготовка крови или форменных элементов (посол, добавление нитрита натрия);
- подготовка бобовых, круп (промывка, варка, охлаждение);
- подготовка белковых препаратов (гидратация водой);
- подготовка оболочек;
- подготовка пряностей и добавок;
- посол мясного сырья, измельчение на волчке;
- приготовление фарша на куттере;

- обработка на коллоидной мельнице или эмульсаторе (для паштетов);
- наполнение оболочек или форм, формование;
- осадка батонов;
- термическая обработка (обжарка, варка, запекание, подсушка);
- копчение (для копченых изделий);
- охлаждение или замораживание (для сырых кровяных колбас);
- контроль качества;
- упаковывание, маркирование, транспортирование, хранение.

Последовательность стадий копчения, охлаждения и сушки для разных изделий и разных способов производства может быть разной.

Примеры рецептур колбасных изделий приведены в Приложении 4.

Увеличение выхода, улучшение консистенции

В производстве практически всех колбасных изделий используются поваренная соль и фосфаты. Фосфаты не используют в производстве ливерных колбас и паштетов, поскольку все мышечные белки мясного сырья денатурированы в процессе предварительной термообработки.

Фосфаты в производстве вареных колбасных изделий обычно используют в дозировке 300-500 г/100 кг фарша* [168] или на 100 кг несоленого сырья [127]. Внесение фосфатов в вареные колбасные изделия предусмотрено нормативной документацией РФ [10]. Фосфатные смеси для эмульгированных вареных мясных изделий преимущественно содержат дифосфаты, которые способны достаточно быстро, в процессе 10-минутного перемешивания, взаимодействовать с белком [141, 168, 207]. В сырокопченых колбасах фосфаты в дозировке 0,2-0,4 г/кг фарша способствуют более легкому заполнению оболочек и снижают риск размазывания жира [168].

Фосфаты всегда добавляют к фаршу в начале процесса куттерования, чтобы увеличить время взаимодействия; обычно фосфатные смеси равномерно распределяют на поверхности постного сырья [127]. Вместе с фосфатами к фаршу вареных колбасных изделий добавляют поваренную соль, она усиливает действие фосфатов. Солерастворимые белки актин и миозин обладают лучшей эмульгирующей способностью, чем водорастворимые белки, поскольку имеют в своем составе как гидрофильные, так и липофильные группы [168]. Растворимый миозин главным образом эмульгирует жир, в то время как активированный актин прочно связывает воду [168]. Однако растворимые миозин и актин совместно работают лучше, чем по отдельности. Растворенные миозин и актин образуют трехмерную сетку из слоев белка, которая разрушает частицы жира. Слои белка также мешают объединению частиц жира в процессе термообработки, предотвращая тем самым образование бульонно-жировых отеков.

Поваренную соль обычно добавляют к вареным и кровяным колбасным изделиям в дозировке 2-2,5 кг на 100 кг несоленого сырья, к ливерным — в дозировке 1,2-2 кг на 100 кг несоленого сырья, к копченым колбасным изделиям — в дозировке 3 кг на 100 кг несоленого сырья, к сырокопченым — 2,5-3,5 кг на

100 кг несоленого сырья [4, 133, 175]. В ливерных колбасах и паштетах соль практически выполняет только функцию вкусового вещества, дополнительно незначительно снижая активность воды. Дозировка соли в сырокопченые колбасы ниже 2,5 кг не рекомендуется, так как в этом случае активность воды еще довольно высока (выше 0,96) и в колбасах возрастает опасность развития нежелательных микроорганизмов [168]. Поваренная соль, помимо воздействия на белки и снижения $a_{№}$, играет важную роль вкусового вещества и снижает температуру фарша колбас твердого копчения на 1-2 °С. В сырокопченых колбасах мажущейся консистенции соль снижает активность воды, но от нее не требуется активации белков, поскольку вода в производстве этих колбас к фаршу не добавляется и нет необходимости ее связывать [168]. Кроме того, активированные белки делают колбасу прочнее, что нежелательно сказывается на мажущейся консистенции. В производстве ливерных колбас и паштетов поваренная соль тоже не активирует белки, поскольку они являются растворимыми изначально. В принципе, производство ливерных колбас и паштетов возможно вообще без соли, если бы это было позволительно с точки зрения вкуса [168].

Вода не является пищевой добавкой, но выполняет исключительно важные технологические функции в производстве вареных колбасных изделий. Вода питьевая добавляется к фаршу в процессе куттерования в виде мелкочешуйчатого льда [109]. Во-первых, вода необходима для активации (растворения) мышечных белков, которая нужна для формирования прочной текстуры продукта и эмульгирования добавленного жира. Во-вторых, лед используется для предотвращения разогрева фарша при куттеровании. Если ножи куттера вращаются со скоростью 3000-5000 об/мин, температура ножей может достигать 120 "С, а ножи нагревают фарш. Если не снижать температуру фарша, невозможно достичь его гомогенности, достаточной степени измельчения частиц жира и активации белков [168]. Вода увеличивает сочность вареных колбасных изделий и является самым экономичным сырьем в производстве мясной продукции.

Иногда вместо фосфатов вместе с солью используют соли пищевых кислот, обычно цитраты. Соль с цитратами усиливает набухание волокон, ответственных за высокую ионную силу, но не растворяет актин и миозин в той же степени, что и смесь с фосфатами. Цитраты добавляют в количестве 3-5 г на 1 кг фарша. Практика показывает, что смесь 20 г поваренной соли и 2 г фосфатов на 1 кг фарша растворяет примерно в пять раз больше белков, чем смесь 20 г поваренной соли и 5 г цитратов на 1 кг фарша [168].

Вареные колбасные изделия, произведенные с использованием солей пищевых кислот вместо фосфатов, выглядят обычно тусклыми, им недостает прочности, плотности, они плохо нарезаются. Причиной всех этих недостатков является низкая концентрация растворенных белков. Кроме того, она приводит к высокому риску образования в таких изделиях после термообработки бульонно-жировых отеков [168]. Тем не менее тщательным подбором добавок на

бесфосфатной основе и их дозировок возможно добиться положительных органолептических характеристик вареных колбасных изделий [90].

Каррагинаны и КМЦ рекомендуется вносить в вареные колбасные изделия при составлении фарша в сухом виде или в виде водного раствора на стадии обработки нежирного сырья после внесения фосфатов и соли [127, 201]. Важно, чтобы мясной белок был высвобожден до введения КМЦ в фарш, кроме того, следует помнить, что эффект от внесения КМЦ наступает не сразу, а в течение нескольких часов [201]. Дозировка гидроколлоидов зависит от влагосвязывающей способности применяемой торговой марки, вида сырья, рецептуры вырабатываемого изделия, соотношения мышечной, жировой и соединительной ткани, уровня использования немясных ингредиентов (животные и растительные белки, полифункциональные смеси и т. п.). Обычно дозировка каррагинанов составляет 0,5-1,0 кг на 100 кг несоленого сырья, иногда до 2,5 кг на 100 кг, а дозировка КМЦ — 1,0-5,0 кг на 100 кг сырья [127, 140, 168, 201]. КМЦ (марки со средними значениями вязкости) рекомендуется также вводить в состав жировых эмульсий, используемых при производстве вареных колбасных изделий [201]. В зависимости от количества жировой эмульсии в рецептуре колбас и содержания других гидроколлоидов дозировка КМЦ составляет 5-15 кг на 100 кг эмульсии [201]. После внесения КМЦ необходимо выдержать эмульсию в течение времени, достаточного для начала действия добавки (не менее 4 часов). Только после абсорбции влаги и получения однородной массы эмульсию можно использовать.

Использование каррагинана и КМЦ требует увеличения количества соли и специй в рецептуре изделий, кроме того, позволяет увеличить количество добавляемой воды. Каррагинаны и КМЦ в производстве вареных колбас, сосисок, сарделек, мясных хлебов позволяют повышать выходы, улучшать консистенцию, нарезаемость, товарный вид готовой продукции, снижать брак за счет уменьшения образования бульонно-жировых отеков при термообработке, снижать эффект отделения влаги в упакованной под вакуумом продукции (особенно нарезанной) [168, 201].

Растворимые в холодной воде камеди, например гуар, добавляют к колбасному фаршу для снижения потерь упакованного продукта. Гуаровая камедь может заменять в рецептуре колбас горчичный порошок: она тоже связывает воду, но не придает продукту горьковатого привкуса [175]. В сырокопченые колбасы мажущейся консистенции для улучшения намазываемости добавляют ксантановую Е415 или гуаровую Е412 камеди в дозировке 2-4 г на 1 кг фарша [168]. Эти же гидроколлоиды используют в жировых эмульсиях, применяемых в дешевых видах колбасных изделий как замену жирового сырья для снижения себестоимости продукции [76].

Добавка желатина низкой прочности (60 bloom) не улучшает намазываемость сырокопченых колбас [168]. Зато в производстве ливерных колбасных изделий желатин не только улучшает вкус продукта, но и помогает удерживать воду при термообработке [168].

Крахмал очень часто используется в производстве вареных и ливерных колбасных изделий, обычно в дозировке от 2 до 10 кг на 100 кг фарша [10, 133, 168]. Крахмалы применяются благодаря их способности связывать воду и их вкладу в формирование плотной прочной текстуры продукта, особенно изделий с низким содержанием мясного сырья. Крахмал, кроме того, проявляет синергизм с растворимыми мясными белками. Использование крахмала снижает риск отделения воды в продукте, в том числе при хранении в вакууме. Крахмал в вареных колбасных изделиях можно заменять другими растворимыми пищевыми волокнами.

В производстве колбасных изделий эмульгаторы используются редко и только в тех их видах, в которых и вода, и жир присутствуют в форме жидкостей. Например, в сырокопченых колбасах мажущейся консистенции, особенно если в рецептуру входит растительное масло, применяют обычно моно- и диглицериды Е471 в количестве примерно 300 г на 100 кг фарша [168, 175]. Однако эмульгаторы часто придают продукту легкий мыльный привкус [175]. В производстве ливерных колбас и паштетов моно- и диглицериды Е471, располагаясь на границе жировой и водной фаз, снижают риск образования бульонно-жировых отеков после термообработки. Их используют в дозировке 300-500 г на 100 кг фарша [168]. Применение в качестве эмульгаторов эфиров моно-, диглицеридов, жирных и лимонной кислот при пастеризации продукта снижает риск отделения жира, а при стерилизации — увеличивает [168]. Натуральные эмульгаторы (казеин, казеинат натрия, яичный белок, плазма крови) стабилизируют эмульсию ливерных колбас и паштетов при самой жесткой термообработке, поэтому часто используются в рецептурах этих изделий [133, 168, 175].

Стабилизация и улучшение окраски

Для стабилизации окраски вареных колбасных изделий нитриты использовать предпочтительнее, чем нитраты [168]. Обычно из 100 мг нитрита, добавленного к 1 кг фарша, в готовом колбасном изделии остается примерно 35-50 мг/кг [168]. Чем больше диаметр колбасных изделий, тем меньше в них остаточных нитритов, поскольку больше время термообработки. Исследования, проводившиеся во ВНИИМП в течение ряда лет, показали, что для обеспечения интенсивной устойчивой окраски вареных колбас необходима доза нитрита 75 мг/кг [16, 144]. При этом остаточное его содержание составляло допустимые 30-40 мг/кг [37, 144].

Некоторые специальные сорта вареных колбасных изделий производят без использования нитритов. Вместо них к фаршу добавляют нитраты и бакпрепараты/стартовые культуры микроорганизмов, восстанавливающих нитраты до нитритов, например Staphylococcus carnosus. Помещенные в оболочку изделия перед обычной термообработкой подвергают предварительной термообработке при температуре 45-50 °С в течение 1-1,5 часов для превращения нитратов в нитриты, выделения оксида азота N0 и его взаимодействия с гемовыми белками [168].

Совместное использование в вареных колбасных изделиях нитрита и нитрата позволяет добиваться окраски нужной интенсивности, не опасаясь превышения допустимой нормы остаточного нитрита. На основании экспериментальных данных, полученных во ВНИИМП, сделано заключение, что совместное введение в фарш вареных колбас до 80 мг/кг $NaNO_2$ и до 200 мг/кг $NaNO_3$ не приводит к превышению допустимой нормы остаточного содержания нитрита натрия в готовых продуктах [69]. При этом показано, что в процессе хранения вареных колбас в течение 72 суток остаточное содержание нитрата постепенно снижается [69]. Внесение в колбасные изделия нитрита натрия, аскорбиновой кислоты и аскорбата натрия предусмотрено нормативной документацией РФ [4, 10].

В производстве полукопченых колбас для посола 100 кг мясного сырья используют 3 кг поваренной соли и 7,5 г нитрита натрия в виде 2,5%-ного раствора [133]. Посоленное сырье выдерживают при температуре 3±1 ^{0}C: мелкоизмельченное — в течение 12—24 часов, в виде шрота —1-23 суток, в кусках — до 3 суток. Нитрит натрия допускается добавлять при составлении фарша непосредственно в куттер [133].

В производстве сырокопченых колбас дозировка нитрита натрия обычно составляет 100 мг на 1 кг несоленого сырья, она может быть снижена до 75 мг [4,133]. После 1-2 дней созревания нитрит в сырокопченой колбасе уже не обнаруживается, если же в дополнение к нитриту в фарш вносили ГДЛ или аскорбиновую кислоту, нитрит не обнаруживается уже через 5 ч [168].

Нитраты в производстве сырокопченых колбас мажущейся консистенции использовать не рекомендуется. Нитраты (селитру) используют обычно только в колбасах твердого копчения, созревающих более 4 недель [175]. Дозировка нитрата калия составляет в этом случае максимум 0,3 г на 1 кг фарша (поваренной соли используется от 25 до 30 г на 1 кг фарша). Поскольку микроорганизмам требуется некоторое время, чтобы превратить нитрат в нитрит, в начале процесса созревания нитрит в продукте отсутствует. Не рекомендуется использовать в этом случае ГДЛ или смесь Сахаров, состоящую только из моносахаридов, кроме того, их не рекомендуется смешивать с селитрой. Они подкисляют фарш так быстро, что селитра уже не может быть усвоена микрококками, — и колбаса превращается в брак. Используя смеси Сахаров с содержанием моносахаридов до 40%, подходящие бактериальные препараты, поваренную соль и KNO_3, возможно получать колбасу с интенсивной стабильной окраской [168].

Сахар не влияет на окраску сырокопченых колбас непосредственно, но снижение pH за счет его превращения в молочную кислоту увеличивает количество недиссоциированной HNO_2 (см. рис. 13), а это приводит к увеличению количества нитрозо-форм гемовых белков, т. е. усиливает интенсивность окраски колбас. Сахара также опосредованно усиливают окраску, являясь питательными веществами для *Micrococcus* spp., превращающих нитрат в нитрит.

Для производства кровяных колбас применяют дефибринированную или стабилизированную кровь пищевую или форменные элементы крови. Кровь, стабилизированную фосфатами, дефибринированную или форменные элементы предварительно солят, добавляя поваренную соль — 2,5% от массы крови и 0,025% нитрита натрия. В кровь, стабилизированную поваренной солью, добавляют только 0,025% нитрита натрия. Форменные элементы крови предварительно разбавляют водой или бульоном в соотношении 1:1. Нитрит натрия вводят в виде водного раствора концентрацией не выше 2,5%, после чего кровь или форменные элементы выдерживают 12-24 часа при температуре не выше 4 °С. Допускается уменьшать количество нитрита натрия до 5 г на 100 кг сырья в случае внесения его непосредственно при приготовлении фарша [133].

В качестве интенсификаторов цветообразования в колбасных изделиях используют аскорбиновую кислоту, аскорбаты, эриторбаты и ГДЛ [127, 140, 168,174, 175]. Использование аскорбиновой кислоты, аскорбата натрия, изоаскорбата (эриторбата) натрия, ГДЛ или их смеси позволяет усилить окраску готовых изделий и стабилизировать ее при их хранении.

При изготовлении вареной колбасы, сосисок, сарделек и т. п. аскорбиновая кислота медленно вносится в фарш сразу после куттерования во избежание излишнего снижения величины pH. Рекомендуемая дозировка кислоты составляет 40-60 г/кг фарша. Дозировка аскорбата или эриторбата в вареные и копченые колбасные изделия рекомендуется на уровне 50-70 г/кг фарша [127, 168]. Превышение дозировок аскорбиновой кислоты или эриторбата практически не отражается на интенсивности и устойчивости красной окраски изделий, а также на значении остаточного содержания в них нитрита, но может привести к появлению зеленоватой окраски [146, 168]. Интенсификаторы окраски вносят в производстве колбасных изделий на последней стадии обработки фарша — в конце куттерования или перемешивания, равномерно распределяя их по поверхности [127]. Аскорбиновая кислота рекомендуется только для сырокопченых колбас, очень быстро созревающих, для других сырокопченых колбас рекомендуются аскорбат или эриторбат натрия [168]. Если в производстве сырокопченых колбас используется аскорбиновая кислота, ее нельзя смешивать с нитритами или вносить в фарш сразу после нитрита. Аскорбиновую кислоту вносят в фарш в самом начале процесса смешивания, а поваренную соль и нитрит натрия — в самом конце [168].

Интенсификаторы цветообразования ускоряют образование закиси азота, взаимодействующей с гемовыми белками, и позволяют снижать количество необходимого нитрита в ряде изделий примерно в 2 раза [146].

В производстве ливерных колбас и паштетов в качестве сырья используется печень, ткань которой богата гемоглобином. Гемоглобин под действием закиси азота, образующейся из нитрита, превращается в нитрозогемоглобин и окрашивает готовый продукт. Иногда нитрит заменяют пряностью майораном, содержащим нитрат. Для ускорения образования нитрозогемоглобина и стабилизации окраски ливерных колбас используют аскорбиновую кислоту и

эриторбат натрия в дозировке 0,5-0,7 г на 1 кг фарша. Добавлять аскорбиновой кислоты больше 0,7 г /кг не рекомендуется [168]. Не рекомендуется также прямой контакт аскорбиновой кислоты и нитрита.

Кислые добавки (аскорбиновая кислота, ГДЛ, лимонная кислота) иногда добавляют к фаршу после нитритов. ГДЛ обычно используют в дозировке примерно 1,0-1,5 г/кг фарша. Лимонную кислоту — в дозировке 0,1-0,2 г/кг фарша. После внесения кислых добавок pH фарша немного снижается, и количество недиссоциированной азотистой кислоты HNO_2 возрастает (рис. 13). Соответственно, возрастает и количество образующегося N0, при взаимодействии которого с гемовыми белками образуется больше нитрозомиоглобина и нитрозогемоглобина. Аскорбиновая кислота считается более эффективной для усиления окраски колбасных изделий и стабилизации ее при хранении, чем ГДЛ или лимонная кислота [168].

Введение этих добавок предпочтительнее в конце процесса куттерования, потому что они снижают pH фарша, тем самым ухудшая влагосвязывающую способность белков [168]. Другим нежелательным следствием низкого pH может быть появление бульонно-жировых отеков в готовом изделии.

В производстве сырокопченых колбас для ускорения созревания, предотвращения развития нежелательной микрофлоры и повышения эффективности использования нитритов (нитратов) чаще всего используют глюконо-дельта-лактон (ГДЛ) Е575. Добавка 1 г ГДЛ на 1 кг фарша снижает его pH на 0,1 единицы [168]. Добавка 1 г лимонной кислоты на 1 кг фарша снижает его pH примерно на 0,2-0,3 единицы, что в 2-3 раза эффективнее ГДЛ [168]. Лимонная кислота может использоваться как в форме моногидрата, так и безводная. Добавка ГДЛ или лимонной кислоты в качестве интенсификаторов цветообразования не должна снижать pH фарша более чем на 0,2 единицы pH [168].

Технологическую функцию стабилизаторов цвета обычно проявляют антиокислители, поскольку они замедляют окисление не только жиров, но и миоглобина. В частности, обнаружено, что смесь токоферолов стабилизирует цвет сырокопченых колбас в вакуумной упаковке (сервировочная нарезка) [131]. Причем улучшение цветовых характеристик опытного образца с добавлением смеси токоферолов после вакуумирования и хранения подтверждалось не только значениями показателей красноты и желтизны, но и чисто визуально [131].

Снизить количество необходимого при производстве варено-копченых колбас нитрита на 30% позволяет специально разработанный концентрат пропионовокислых бактерий [153].

Красители используют в производстве колбасных изделий с заменой большого количества мясного сырья, например, растительными белками. Добавление соевого изолята в вареные фаршевые мясные продукты в количестве 3-4% от массы мясного сырья (уровень замены мяса гидратированным соевым изолятом — не выше 15%) не оказывает существенного влияния на цвет готового продукта. Увеличение количества добавленного соевого изолята до 6-8% вызывает

снижение интенсивности цвета, а до 10% (уровень замены мяса — 50%) — резко ухудшает цвет готового продукта [59]. Использование в рецептуре колбасных изделий большого количества жирового сырья и снижение мясного также приводит к ослаблению окраски готового продукта. В таких случаях для улучшения окраски также используют красители.

В РФ в сосиски, сардельки, вареные колбасы в качестве красителей разрешено добавлять: куркумин E100 — в количестве до 20 мг/кг, кармины E120 — в количестве до 100 мг/кг, каротины E160a — в количестве до 20 мг/кг, маслосмолы (экстракт) паприки E160c — в количестве до 10 мг/кг, сахарный колер E150a, d, c, b, красный свекольный E162 — согласно ТИ [37, п. 3.10.12]. В РФ в копченые колбасы и сосиски в качестве красителей разрешено добавлять: кармины E120 — в количестве до 200 мг/кг, Понсо 4К. — в количестве до 250 мг/кг [37, п. 3.10.13]. В сосиски с содержанием зерновых и бобовых более 6% в качестве красителей разрешено добавлять: красный очаровательный АС E129 — в количестве до 25 мг/кг, красный 2С E128 —в количестве до 20 мг/кг, кармины E120 — в количестве до 100 мг/кг, сахарный колер E150a, d, c, b — в количестве согласно ТИ [37, п. 3.10.14, 3.11.4].

Кармин E120 используется для подкрашивания колбасных изделий аналогично его применению в фаршевых полуфабрикатах.

Красный свекольный краситель E162 придает мясопродуктам неестественный цвет (бордовый, свекольный), поэтому его используют в смесях с красителями оранжевой гаммы, например с маслосмолами паприки E160c. В то же время индивидуально маслосмолы паприки в вареных колбасных изделиях обычно не используют, так как они придают изделиям ненатуральную оранжевую окраску. Не рекомендуется применять водорастворимые формы красителей для производства сосисок и сарделек, так как при отваривании продукта они переходят в воду. Жирорастворимые формы паприки применяют в производстве паштетов, колбас, других мясных и мя-сорастительных продуктов [14,51]. Формы с содержанием красящего пигмента 1,5% рекомендуется использовать в дозировке 0,05-0,1%, а в целом при расчете дозировки экстрактов паприки исходят из того, что на 1 кг продукта требуется 40 000 ед. цвета (С11) [14,168]. Синтетическими пищевыми красителями в РФ разрешается окрашивать только аналоги мясных изделий на основе растительных белков [37]. Они используются так же, как при окрашивании мясных фаршевых полуфабрикатов.

Для окраски оболочки колбасных изделий используют водорастворимые формы экстракта аннато E160Б и маслосмол паприки E160c, придающие оболочке цвет, имитирующий копчение [14, 51, 127]. Экстракт аннато рекомендуется с содержанием норбиксина 1-2%. Дозировка таких препаратов обычно 0,05-0,1%, но может потребоваться ее увеличение. Красители разбавляют теплой водой. Кишки и череву окрашивают в течение 30-40 минут при интенсивном перемешивании [14].

Препараты ферментированного риса имеют разные характеристики в зависимости от использованного сырья и степени очистки, разную концентрацию

красящих веществ. Поэтому для некоторых товарных форм рекомендуемая дозировка может составлять 5-25 г на 100 кг сырья, для других — 50-300 г [14,51]. При этом дозировку нитритов уменьшать не следует. Для равномерного распределения в мясном или колбасном фарше ферментированный рис следует вносить вместе с солью в начальной стадии измельчения в куттере.

Комбинирование аскорбиновой кислоты с такими красителями, как кармин или ферментированный рис, обеспечивает быстрое, прочное, стойкое окрашивание готового продукта [168]. Красители следует добавлять к фаршу в начале процесса куттерования для обеспечения равномерного распределения красителя по всему объему фарша.

Улучшение вкуса и аромата

Для получения требуемого вкуса и аромата колбасных изделий к фаршу добавляют специи, экстракты специй, алкогольные напитки (сырокопченые колбасные изделия), ароматизаторы и эфирные масла в различных сочетаниях. Наиболее популярными специями и экстрактами специй для вареных колбасных изделий являются мускатный орех, имбирь, белый перец, мускатный цвет, порошок лука, корица, чеснок и другие. В производстве сырокопченых колбас основными специями чаще всего являются перец и чеснок. Чеснок, кроме придания вкуса и аромата, выполняет функцию антибактериального вещества. Кроме того, в сырокопченые колбасы обычно добавляют кориандр, мускатный цвет, мускатный орех, паприку и стручковый перец. Добавка в фарш для сырокопченых колбас 1-2% ферментативно обработанного горчичного порошка (без запаха и вкуса горчицы) снижает активность воды a_{ω} улучшает аромат и вкус, замедляет начало процесса прогоркания [168]. Такой горчичный порошок содержит около 25% белка и улучшает прочность колбасы.

Жидкие или порошкообразные коптильные ароматизаторы добавляют к некопченым колбасным изделиям для придания им легкого коптильного привкуса и аромата. Коптильные жидкости добавляют в куттер преимущественно в конце процесса эмульгирования, потому что иначе присутствующие в жидкости кислоты (фенолы) будут мешать активации белков [168]. Внесение экстрактов пряностей и ароматизатора коптильного в вареные колбасные изделия предусмотрено нормативной документацией РФ [10].

В производстве копченых колбас и колбасных изделий коптильные ароматизаторы кроме придания вкуса и аромата копчености выполняют функции консервантов и антиоксидантов (за счет присутствия в них фенолов), придают прочность изделию [112,168].

В производстве сырокопченых колбас обычно используются такие алкогольные напитки, как ром, коньяк, ржаная водка, виски, красное вино [4, 175]. Хороший результат дает замена этих напитков водно-спиртовыми смесями и соответствующими ароматизаторами. Список алкогольных напитков, добавляемых в отдельные сорта сырокопченых колбас, достаточно велик: арак (рисовая водка), апельсиновый ликер, малиновая водка, вишневая водка, сливянка, анисовая

водка и т. д. [175]. Они могут использоваться как индивидуально, так и в смесях друг с другом. В производстве ливерных колбас и паштетов также используют алкогольные напитки, обычно портвейн или бренди [168, 175].

Усилители вкуса и аромата в мясопродуктах улучшают вкус и аромат мясных изделий из замороженного мяса. Особенно важно это для перемороженного мяса и мяса, подвергавшегося многократному замораживанию-размораживанию. Усилители вкуса и аромата маскируют отдельные нежелательные составляющие вкуса и запаха. Сохраняют качество продуктов, предназначенных для длительного хранения, усиливают естественный вкус и аромат колбасных изделий. Усилители вкуса и аромата необходимы для формирования выраженного вкуса и аромата мяса при изготовлении продуктов с применением не мясных ингредиентов.

Глутамат натрия или смесевые рибонуклеотиды рекомендуется вносить при составлении фарша вместе со специями. Дозировку соли и специй при использовании усилителей вкуса и аромата можно снизить. Дозировка глутамата натрия колеблется в пределах от 50 до 200 г на 100 кг сырья. Она зависит от вида изделия, качества использованного мясного сырья и количества не мясного, а также от вкуса и предпочтений потребителя. Внесение глутамата натрия в колбасные изделия предусмотрено нормативной документацией РФ [10].

Глутаминовая кислота полностью диссоциирована при рН 7,1 и диссоциирована на 40% при рН 4,6. Продукты, в которых величина рН имеет значение 4,6 (ферментированные колбасы), подщелачивают до рН 6,2, тогда эффект усиления вкуса глута-матом натрия проявляется более ярко [168].

Сахар/глюкоза в вареных и копченых колбасных изделиях, как и в других мясных продуктах, смягчает соленый вкус и в целом облагораживает вкус изделия. В традиционных для России рецептурах сахар используется в дозировке 100-110 г/100 кг несоленого сырья. В традиционных рецептурах копченых колбасных изделий дозировка соли выше, выше и дозировка сахара: 135-300 г/кг несоленого сырья [133]. Сахар может использоваться в колбасных изделиях и в более высокой дозировке: 500-1500 г/кг фарша [168]. В производстве колбасных изделий используют и другие сладкие вещества, в частности вкус лактозы очень хорошо сочетается с мясным вкусом. Внесение сахара-песка и глюкозы кристаллической гидратной в колбасные изделия предусмотрено нормативной документацией РФ [10].

Для улучшения вкуса в ливерные колбасные изделия добавляют молоко или сливки. Сахар или глюкоза смягчают вкус ливерных изделий в дозировке 500 г на 100 кг фарша. В ливерные изделия для придания приятного вкуса добавляют ваниль или ванилин [168].

Увеличение сроков годности

Различные вареные колбасные изделия имеют сходный качественный состав остаточной микрофлоры (преобладают микроорганизмы рода Bacillus) и приблизительно одинаковую консистенцию (упругую), в незначительной степени

пропитаны коптильными препаратами, содержат большое количество влаги (50-70%) и незначительное количество поваренной соли (1,7-3,0 %) [39,147]. На срок годности вареных колбасных изделий в проницаемых оболочках в основном влияют температура хранения и остаточное количество КМАФАнМ [147].

В колбасных изделиях в качестве консервантов используют лактаты, добавляя их в фарш на начальной стадии процесса куттерования с солью и льдом. Смеси лактатов и (ди) ацетатов позволяют замедлять рост бактерий вида Listeria monocytogenes, содержание которых в большинстве колбасных изделий в РФ строго контролируется [36]. Лактаты обычно добавляют к колбасным изделиям в дозировке примерно 3 кг на 100 кг фарша, а смеси лактатов и ацетатов — 2,5 кг на 100 кг фарша [168]. Если лактаты входят в рецептуру изделия, их следует добавлять к фаршу после других добавок, но обязательно в первой половине процесса куттерования [168]. Преждевременная добавка лактатов увеличивает ионную силу и в результате активируется больше белков [168]. Если лактаты добавить слишком поздно, влияние на увеличение ионной силы будет значительно снижено, из-за чего жир, крахмал и другое сырье не будут эмульгированы [168]. Лактаты способны связывать воду в количестве до 60% собственного веса, что в некоторой степени способствует улучшению нарезываемости готового продукта. Внесение лактатов в вареные колбасные изделия предусмотрено нормативной документацией РФ [10].

Сахара, входящие в рецептуру сырокопченых колбас, превращаются микроорганизмами в процессе созревания в молочную кислоту [4,133,175]. Молочная кислота за счет снижения pH способствует сохранности сырокопченых колбас [175]. Подкисление зависит от многих факторов: выбора сырья, стартовых культур, температурных режимов созревания. Кроме того, скорость снижения pH зависит от вида сахара. Это связано с тем, что молочнокислые бактерии превращают сахара в молочную кислоту неполностью, например: сахарозу — на 85%, лактозу — на 55%, а галактозу — только на 30% [168]. В целом моносахариды снижают pH быстрее, чем диса-хариды, а дисахариды — быстрее, чем полисахариды. Скорость подкисления фарша уменьшается в ряду: глюкоза > сахароза > лактоза > глюкозные сиропы > мальто-декстрины [175]. Обычно глюкоза подкисляет в два раза сильнее, чем лактоза [175]. 1 г глюкозы на 1 кг сырокопченой колбасы снижает pH примерно на 0,1 единицы, т. е. 8-10 г глюкозы снижает pH с 5,7 до 4,6-4,8 [168]. Как правило, в реальном производстве используются смеси Сахаров, чаще всего состоящие из глюкозы, лактозы и полисахаридов. В этом случае подкисление происходит постепенно, поэтому и обеспечивается наилучший аромат и вкус готового продукта [175]. Мальтоза и мальто-декстрины могут применяться в производстве сырокопченых колбас в составе сахарных смесей для смягчения вкуса, кроме того, они снижают активность воды в продукте [175]. Во время созревания сырокопченых колбас значение pH должно поддерживаться в интервале от 5,0 до 5,3. При более низком pH колбаса будет слишком кислой, при более высоком pH возникает опасность микробной порчи изделия. Поэтому очень важно точно следовать

рецептурам сырокопченых колбас, в частности составу Сахаров [175].

Увеличения сроков годности колбасных изделий достигают внесением в фарш сорбиновой кислоты или сорбата калия. В вареные колбасные изделия рекомендуемая дозировка составляет 100-150 г на 100 кг сырья, в варено-копченые и полукопченые, хранящиеся дольше вареных, — 150-200 г на 100 кг сырья [127].

Микробную порчу поверхности сырокопченых колбас в период созревания чаще других вызывают психрофильные микроорганизмы, среди которых преобладают плесневые грибы родов *A*spergillus, Penicillium, Mucor, Thamnidium, Cladosporium, Endomyces и др. [72]. Поражать поверхность сырокопченых колбас способны также спорообразующие и аспорогенные дрожжи, преимущественно родов Debariomyces, Saccharomyces, Candida, Torulopsis, Rohodotorula [72]. Кроме того, на поверхности сырокопченых колбас часто присутствуют гнилостные аэробные бактерии (*B*acillus subtilis, Bacillus mesentericusи др.), грамположительные кокки родов *M*icrococcus и Sarcina, сапрофитные виды стафилококков (Staphylococcus saprophyticus), а также другие вредные микроорганизмы [72].

Нежелательные микроорганизмы, развивающиеся на поверхности копченых колбас, в отличие от культурных плесеней и дрожжей (см. ниже), образуют мицеллий черного, зеленого, серого, красноватого или желтоватого цвета [168]. Они развиваются при слишком длительном процессе созревания, слишком большом времени перед копчением. Обычно нежелательные дрожжи и плесени начинают развиваться на поверхности сырокопченых колбас примерно на 3-4-й день созревания, причем чем медленнее поток воздуха, тем быстрее они развиваются [168]. Высокая влажность воздуха (выше 75%) способствует быстрому развитию черных плесеней и плесеней, вызывающих протеолиз колбасной оболочки [168]. Развитие нежелательных плесеней происходит также на поверхности вареных колбасных изделий, упакованных в белковые оболочки [72].

Удаление плесневого или дрожжевого налета с поверхности колбасных батонов обычно проводят методом ручной зачистки с использованием воды или растительного масла. В результате такой обработки колбасы приобретают несвойственный им запах. Кроме того, микроорганизмы продуцируют токсины, которые проникают в толщу батона и не могут быть удалены методом ручной зачистки [168,175]. Поэтому предпочтительно не удалять с поверхности колбас образовавшийся налет, а предотвращать его образование.

В производстве сырокопченых колбас нитрит натрия является одним из главных консервирующих веществ, особенно в начальной стадии процесса созревания. Обычно его добавляют в дозировке 100мг на 1 кг несоленого сырья [4,133,168]. Этого количества нитрита в сочетании с обычными дозировками поваренной соли достаточно для предотвращения развития Salmonella s*pp*., чаще всего развивающихся на поверхности сырокопченых колбас мажущейся консистенции [168]. ВНИИМП для колбас длительного хранения рекомендует

совместное использование нитрита и нитрата натрия. В процессе хранения колбас остаточное содержание нитрата постепенно снижается [69]. Но эти добавки тоже не решают проблему плесневения сырокопченых колбас.

В качестве антимикробных агентов в сырокопченые колбасы рекомендуются два пищевых консерванта: пимарицин (натамицин E235) и сорбат калия E202, причем практика показывает, что пимарицин в несколько раз эффективнее сорбата калия [168]. Натамицин не оказывает влияния набакпрепараты, применяемые в производстве сырокопченых колбас, не влияет также ни на окраску, ни на аромат колбас. Пимарицин обычно продается в виде дисперсий, 5-7 г которой смешивают с 1 л теплой питьевой воды и оставляют на 30 минут. За это время смесь слегка загустевает. К ней добавляют 8-10% поваренной соли и полученную смесь распыляют на поверхность колбасы или обмазывают ею поверхность батонов.

Сорбат калия E202 и бензоат натрия E211 обычно используют для обработки колбас в виде 10-20%-ного раствора (Приложение 2) через 1-2 дня после созревания [168]. Дегидроацетат натрия в составе различных противоплесневых комплексных добавок также применяют для этой цели [70, 72-74]. Растворами консервантов обмазывают батоны, их распыляют на поверхность или батоны погружают в растворы на несколько секунд [70, 168]. Можно обрабатывать отдельно колбасные оболочки и пленки, замачивая их в растворах консервантов [70]. Замачивание обычно проводят в течение 10-20 минут, подвергают замачиванию различные колбасные оболочки: натуральные, белковые, вискозные, вискозно-армированные [72, 168]. Составы на основе дегидроацетата натрия и сорбата калия также используют при производстве полимерных упаковочных материалов [70, 72, 73, 168].

В производстве ливерных колбас и паштетов нитриты и нитраты используются для придания определенного вкуса и аромата; увеличение срока годности ливерных колбас и паштетов от добавки нитрита зависит заметно меньше, чем от соблюдения технологических режимов и условий хранения [168]. В РФ в продукты из гусиной печени в качестве консервантов разрешено добавлять нитрат калия E252, нитрат натрия E251 по отдельности или в комбинации в количестве до 50 мг/кг в пересчете на $NaNO_3$ (остаточные количества) [37, п. 3.3.13].

Экстракты пряностей и другого растительного сырья, обладающие антиокислительным эффектом, например экстракт розмарина, все более широко используют в производстве колбасных изделий, особенно длительного хранения [79,82,168]. Для замедления процессов окисления жиров в колбасных изделиях предложено использовать экстракты корней и наземной части шлемника байкальского [42]. При исследованиях на модельной системе (свиной хребтовый шпик) обнаружено, что эти экстракты ингибируют процессы окисления жира по крайней мере в четыре раза эффективнее БОТ. Рекомендуемая дозировка сухих экстрактов шлемника байкальского при использовании в качестве антиоксиданта составляет 8-15 мг/100 кг мясного сырья для экстракта корня и 15 мг/100 кг

мясного сырья для экстракта наземной части [42].

Благодаря тому, что токоферолы растворимы в жире, они являются прекрасными антиоксидантами, особенно для сырокопченых колбас длительного созревания, замедляя их прогоркание [168]. Снижение окислительно-восстановительного потенциала (E_h,) колбасного фарша под действием антиоксидантов в начале процесса созревания полезно для молочнокислых бактерий, являющихся конкурирующей микрофлорой для нежелательных аэробных микроорганизмов, например *P*seudomonas spp. [168]. Более низкое значение E_h усиливает действие консервантов, являясь дополнительным барьером для нежелательных микроорганизмов [168, 178].

Обнаружено, что содержание углекислого газа 50-80% в атмосфере, где хранятся сардельки, является оптимальным в отношении предотвращения развития микроорганизмов вида Listeria monocytogenes [88].

Ускорение и облегчение ведения технологических процессов

В производстве сырокопченых колбас для ускорения созревания, предотвращения развития нежелательной микрофлоры и повышения эффективности использования нитритов (нитратов) чаще всего используют глюконо-дельта-лактон (ГДЛ) Е575. Добавление 1 г ГДЛ на 1 кг фарша снижает pH на 0,1 единицы [168]. ГДЛ при контакте с водой постепенно превращается в глюконовую кислоту, которая имеет кислую реакцию и является тем веществом, которое снижает pH. При контакте ГДЛ с водой образуется также в небольшом количестве уксусная кислота. Превращение ГДЛ в глюконовую кислоту сильно зависит от температуры фарша в течение первых 24-76 часов созревания [168]. Высокая температура ускоряет процесс превращения ГДЛ, низкая — замедляет, но не может остановить совсем. В целом считается, что при увеличении температуры химической реакции на 10 °С ее скорость увеличивается в два раза, а время реакции уменьшается вдвое.

ГДЛ вносят в колбасный фарш непосредственно после куттерования, так как фарш быстро затвердевает [175]. Допускается контакт ГДЛ только с нитритной посолочной смесью, но не с селитрой [175]. Рекомендуемая дозировка ГДЛ в сырокопченые колбасы составляет 3-12 г/кг готового продукта [168]. Максимальная дозировка ГДЛ в колбасы твердого копчения составляет 8 г на 1 кг несоленого сырья, в сырокопченые колбасы мажущейся консистенции — 5 г на 1 кг несоленого сырья. Превышение этих дозировок приводит к появлению прогорклого, резко кислого вкуса и серого оттенка цвета или синеватых пятен на поверхности [175]. Прогорклый привкус и бледная окраска являются следствием слишком активного под деиствием высокой дозировки ГДЛ образования перекиси бактериями Lactobacillus s*pp*. [168]. Наилучший результат в производстве сырокопченых колбас твердого копчения достигается при использовании смеси ГДЛ (до 2 г/кг) и Сахаров (до 3 г/кг), а также соответствующих бакпрепаратов [175]. В производстве сырокопченых колбас мажущейся консистенции рекомендуются дозировки 6-7 г ГДЛ на 1 кг фарша, которые снижают pH до 4,9-

5,0 [168]. При значении pH ниже 5,5 не могут развиваться бактерии семейства Enterobacteriaceae *u* Salmonella s*pp* [168].

Как уже сообщалось выше, 1 г лимонной кислоты снижает pH на 0,2-0,3 единицы [168]. Она изредка используется в производстве некоторых сортов сырокопченых колбас вместо ГДЛ, если требуется получить кислый вкус продукта [168].

Бактериальные препараты, используемые в производстве колбас твердого копчения, непосредственно в критической начальной фазе процесса созревания ускоряют его, а также подавляют развитие нежелательных микроорганизмов, вызывающих порчу изделий [175]. Бакпрепараты способствуют оптимальному протеканию процесса образования молочной кислоты, ускорению и стабилизации красного окрашивания, формированию приятного аромата и типичного вкуса продукта, ускоряют созревание и снижают потери массы [175].

Бакпрепараты представляют собой не монокультуры, а «смесь» специально подобранных различных видов микроорганизмов, оказывающих специфическое воздействие на процесс созревания сырокопченых колбас [150, 168]. Штаммы микроорганизмов, используемые в составе бакпрепаратов, должны быть устойчивы к высокой концентрации поваренной соли, нитритам, не должны продуцировать углекислый газ и перекись водорода.

Молочнокислые бактерии (например, Lactobacillus plantarum, Lb. Sake, Lb. curvatus, Lb. Casei, acidophilus, Lb. brevis, Lb. Curvatus, Lb. lactis, Lb. Fermenti, Pediococcus pentosaceus, P. acidilactici, P. Cerevisae, Lactococcus lastis):

- продуцируют из Сахаров молочную кислоту (гомоферментативно) и подавляют жизнедеятельность гетероферментативных бактерий, которые могут продуцировать уксусную и янтарную кислоты;
- ускоряют снижение pH, сокращая критическую начальную фазу процесса созревания;
- улучшают формирование аромата за счет продуцируемых ими веществ;
- расщепляя образующуюся при созревании перекись водорода, которая разрушает красящие вещества и ускоряет прогоркание жиров, положительно влияют на окраску и срок годности;
- продуцируемые ими бактериоцины замедляют развитие нежелательных микроорганизмов, вызывающих порчу продукта.

Микрококки, стафилококки (например, *М*icrococcus varians, M. Candidus, M. Aquatilis, Staphylococcus carnosus, Staph. xylosus):

- вызывают восстановление нитратов в нитриты;
- продуцируя каталазу, расщепляют образующуюся при созревании перекись водорода, которая разрушает красящие вещества, в результате сохраняют окраску продукта;
- стабилизируют окраску продукта, продуцируя нитратредуктазу.

Микробный состав некоторых стартовых культур (бактериальных препаратов) компании «Христиан Хансен» представлен в табл. 42.

Таблица 42. **Состав стартовых культур «Бактоферм» [150]**

Стартовая культура «Бактоферм»	Бактерии, входящие в состав культуры «Бактоферм»	Продолжительность технологического процесса, сут.
Для традиционных колбас		21–28
T-SC-150	*Staphylococcus carnosus*	
	Lactobacillus curvatis	
T-SP	*Staphylococcus carnosus*	
	Pediococcus pentosaceus	
T-SPX	*Staphylococcus xilosus*	
	Pediococcus pentosaceus	
Для ускоренного созревания		14
F-SC-111	*Staphylococcus carnosus*	
	Lactobacillus curvatis	
F-1	*Staphylococcus xilosus*	
	Pediococcus pentosaceus	

Бакпрепараты всегда добавляют к фаршу в начале процесса изготовления в дозировке 0,01-0,1% массы мясного сырья [150]. Причем их нельзя смешивать с поваренной солью, пряностями или спиртосодержащими добавками (например, коньяком), так как они могут испортиться. Для определенных бакпрепаратов/стартовых культур требуется определенный состав Сахаров. Лиофилизованные культуры за 15-30 минут до внесения рекомендуется смешивать с небольшим количеством холодной деионизированной воды [168], тогда сразу после смешивания с фаршем микроорганизмы начинают развиваться. Увеличение времени выдержки перед смешиванием с фаршем более 30 минут ведет к нежелательной активности микроорганизмов.

В производстве сырокопченых колбас мажущейся консистенции процесс созревания должен протекать существенно быстрее, чем в производстве колбас твердого копчения. Поэтому здесь используются другие штаммы стартовых культур (молочнокислых бактерий, микрококков и стафилококков), отличные от тех, которые применяют в производстве колбас твердого копчения [175]. В настоящее время на рынке предлагаются бакпрепараты для быстро созревающих колбас (снижающие pH до 5,2 и ниже в течение 24-48 ч) и созревающих медленнее (снижающие pH ниже 5,2 в течение 48-96 ч) [168]. Бакпрепараты для сырокопченых колбас мажущейся консистенции могут снижать pH в конечном продукте до 4,9-5,0 [168]. При этом в качестве Сахаров обычно используют глюкозу, лактозу или их смесь (табл. 43) [150,168]. Как питание для микроорганизмов, входящих в состав бакпрепаратов, используют также сухие сиропы глюкозы с декстрозным эквивалентом около 30 [168].

Таблица 43. **Количество вносимых в фарш ферментированных колбас углеводов [150]**

Углеводы	Количество, %, в фаршах колбас	
	Быстрого созревания	Медленного созревания
Глюкоза	0,5–0,7	около 0,3
Лактоза	до 1,0	до 0,6
Смесь глюкозы (30%) и лактозы (70%)	до 1,0	до 0,7

В производстве некоторых видов сыровяленых колбас в качестве защитных и ароматобразующих добавок, наносимых на поверхность, используют благородные плесени и дрожжи. Их наносят орошением или погружением батонов в раствор, содержащий примерно 10^6 КОЕ/мл [168]. В продаже встречаются плесени с мицеллием белого, серовато-белого или кремового цвета, например, *P*enicillium chrysogenum, P. candidum и P. Nalgiovence, и дрожжи видов Debaryomyces hansenii *и* Candida famata [168, 175]. Используемые плесени и дрожжи толерантны к соли и не восстанавливают нитраты до нитритов. Они защищают колбасы от воздействия кислорода воздуха, пересушивания и стабилизируют окраску [168]. Дрожжи D. hansenii предотвращают развитие на поверхности колбас Staph. aureus [168]. Дрожжи D. Hansenii *и плесени* Penicillium s*pp*. нейтрализуют молочную кислоту и смягчают вкус и аромат, способствуют протеолитическому расщеплению белков на пептиды и аминокислоты, помогают липолитическому образованию свободных жирных кислот [168]. В результате они способствуют формированию интенсивной стабильной окраски и типичного аромата сырокопченых колбас, а также замедляют прогоркание. Поверхностный слой плесеней и/или дрожжей также снижает потери массы при высушивании продукта и снижает риск образования корки [168, 175]. Плесени *P*enicillium s*pp*. растут достаточно быстро и в течение 3-5 дней покрывают поверхность батона ровным слоем мицеллия, они не продуцируют веществ, расщепляющих целлюлозу, и совершенно безопасны для съедобных колбасных оболочек [168]. При использовании плесеней рекомендуется применять водонепроницаемую оболочку [168]. Иногда для предотвращения неравномерного роста плесеней на поверхности колбас при хранении по окончании процесса сушки колбасы обваливают в антислеживающем агенте тальке [168].

Дрожжи и плесени для роста и развития нуждаются в кислороде, поэтому могут развиваться только на поверхности колбас, при этом они стабилизируют их окраску. Плесени и дрожжи не следует наносить на колбасы перед копчением, так как в процессе копчения они погибают под действием таких компонентов дыма, как фенолы и органические кислоты, и поверхность колбасы приобретает непривлекательный вид [168, 175].

2.3. Солено-копченые мясные продукты

Солено-копченые изделия представляют собой мясные продукты высокой пищевой ценности, изготовленные из различных частей туши животного в виде отрубов или отдельных мышц, преимущественно бескостных кусков или кусочков мяса, подвергнутых посолу и термической обработке до готовности к употреблению. К ним относятся: солонина из говядины и баранины; вареные окорока, вареные рулеты, карбонад, буженина, реструктурированные ветчины (вареные и варено-копченые); варено-копченые, копчено-запеченные и копчено-вареные окорока, рулеты, грудинка, корейка; сырокопченые окорока, лопатка, грудинка, корейка, шейная вырезка; сыровяленые окорок, шейка, филей, бекон грудной сухого посола.

Основные стадии технологического процесса

Технологический процесс производства основных видов солено-копченых мясных продуктов схематически изображен на рис. 20 и включает следующие основные стадии:

- подготовка сырья;
- подготовка оболочек;
- посол, шприцевание, массирование, вымачивание;
- формование в оболочку (для изделий в оболочке);
- термообработка (варка, копчение, запекание, обжарка, сушка);
- охлаждение;
- контроль качества;
- упаковывание, маркирование, транспортирование, хранение.

В зависимости от вида изделия посол может сочетаться с варкой, запеканием, копчением или сушкой. Посол может быть крепким, сухим или мокрым.

Примеры рецептур солено-копченых мясных продуктов приведены в Приложении 4.

Все добавки, используемые в производстве рассольных мясных продуктов, должны хорошо растворяться в воде и рассоле, чтобы не засорять иглы шприца. Для этого желательно, чтобы размер частиц порошкообразных добавок, вносимых непосредственно в рассол, был не более 0,5-0,6 мм. Гранулированные добавки, например сорбат калия, рекомендуется использовать в виде концентрированных растворов (Приложение 2).

Увеличение выхода, улучшение консистенции

В производстве цельномышечных продуктов обычно всегда используются поваренная соль и фосфаты, другие влагосвязывающие агенты выбирает

производитель (табл. 44).

Поваренная соль присутствует в цельномышечных продуктах всегда, ее дозировка колеблется между 16и22гна1 кг готового продукта, но может быть снижена. В производстве вяленых и сушеных мясных продуктов дозировка соли выше:

32-35 г на 1 кг мясного сырья. Соль играет роль не только вкусового вещества, но и стабилизатора белков и усилителя аромата. Вообще говоря, 12 г поваренной соли в сочетании с фосфатами — минимальное количество, необходимое для стабилизации белков. 50 г (5%) соли на 1 кг мяса позволяет достичь максимальной степени стабилизации белков, но такая дозировка неприемлема с точки зрения вкуса. Поваренная соль также снижает активность воды: для достижения a_{ω} = 0,95 в мясопродукте необходима концентрация соли 4,3-4,5% [168].

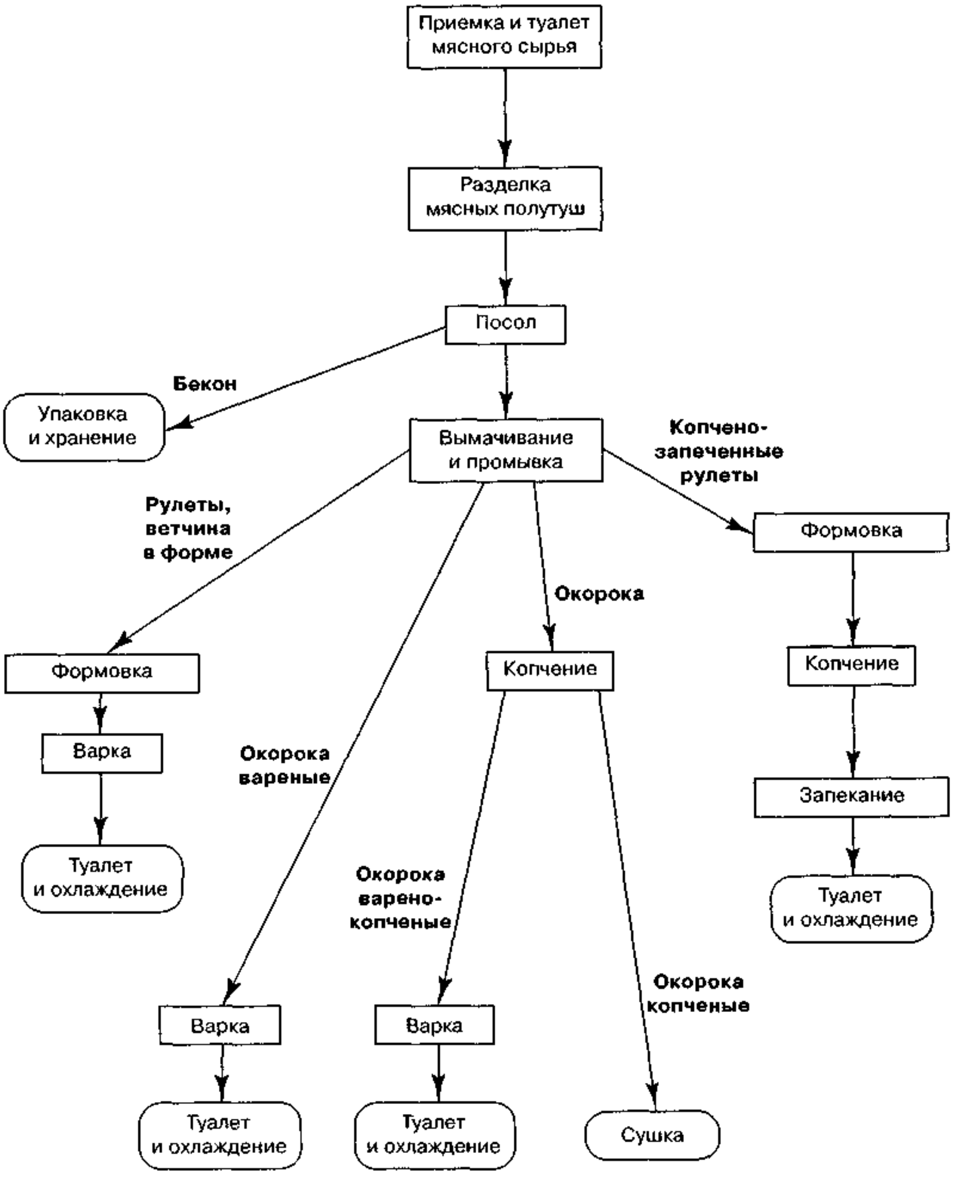


Рис. 20. Технологический процесс производства солено-копченых мясных продуктов.

Таблица 44. **Обычно используемые сочетания пищевых добавок в рассольной ветчине [168]**

Добавка рассола, %	Используемые функциональные добавки
10–30	Фосфаты, поваренная соль
30–50	Фосфаты, поваренная соль, каррагинан (или белок, например соевый, вместо каррагинана)
50–70	Фосфаты, поваренная соль, каррагинан, белок
70–100	Фосфаты, поваренная соль, каррагинан, белок, нативный и/или модифицированный крахмал для шприцевания

В рассоле для шприцевания цельномышечных и реструктурированных продуктов используют соль, фосфаты, каррагинаны и другие гидроколлоиды, белки, крахмал, порошок свиной шкурки. Их дозировка зависит от соотношения мясного сырья и рассола, т. е. от выхода готового продукта (табл. 45). Порошок свиной шкурки в ряде стран считается мясным сырьем. В качестве белков обычно используют популярные изоляты соевых белков, но могут использоваться и другие белки: молочные, пшеничный, гороховый и т. п. [168].

Таблица 45. **Дозировки добавок для увеличения выхода и улучшения текстуры цельномышечных продуктов, рекомендуемые для рассола (по материалам [168])**

Выход, %	Каррагинан (г/кг мясного сырья + рассола)	Белок (г/кг мясного сырья + рассола)	Крахмал (г/кг мясного сырья + рассола)	Порошок свиной шкурки (г/кг мясного сырья + рассола)
150	2	5	30–40	0
180	3	10	50–60	0
200	4	15–20	50–60	5
220	5	20–30	60–80	10–15

Дозировка добавок в производстве реструктурированных продуктов зависит от соотношения мяса и рассола. Фосфаты обычно используют в количестве 3-5 г/кг мясного сырья + рассола, соль — в количестве 16-24 г на 1 кг готового продукта [168].

Иногда пытаются производить ветчину без использования фосфатов. Для получения приемлемого выхода, текстуры, прочности и нарезываемости их заменяют цитратами, карбонатами, каррагинанами, крахмалами и белками [168]. Добавка цитратов меняет ионную силу и увеличивает набухаемость белковых волокон. Карбонаты повышают pH мяса и способствуют повышению его влагосвязывающей способности. Однако сочетание цитратов и карбонатов все же оказывает гораздо меньшее воздействие на растворимые белки, чем традиционное сочетание фосфатов и поваренной соли [168].

Фосфаты обычно вводят в рассол в виде растворов в холодной воде. Смеси фосфатов преимущественно содержат длинноцепочечные полифосфаты Е452 из-за их прекрасной растворимости в холодной воде и иногда небольшое количество короткоцепочечных фосфатов, например пирофосфат натрия Е450iii, который быстро взаимодействует с мышечными белками [168].

В РФ в мясные продукты разрешено использовать фосфаты в количестве до 5 г добавленных фосфатов в пересчете на P_2O_5 на 1 кг мясного сырья [37, п. 3.6.56]. Это составляет примерно 8-9 г фосфатов на 1 кг готового продукта, такая высокая дозировка не дает никаких технологических преимуществ [168]. Для целыюмышечных продуктов достаточно добавки 4-6 г фосфатов на 1 кг мясного сырья [168].

Смеси фосфатов, используемые в рассольных цельномышечных мясопродуктах, должны иметь pH около 9,0 [168]. Смеси, имеющие значение pH

10,0 и выше, негативно влияют на формирование и стабильность окраски продукта, так как в процессе конверсии нитрита в N0 образуется меньшее количество недиссоциированной азотистой кислоты. В результате получается меньше нитрозомиоглобина и нитрозо-гемоглобина [168]. Кроме того, использование смесей фосфатов с высоким pH способствует микробиологической порче и может спровоцировать мыльный привкус готового продукта [168].

Соевые изоляты (иногда концентраты) для шприцевания обычно используют в ветчинных продуктах с высокими выходами, как правило, в дозировке 5-40 г на 1 кг готового продукта [168]. Обычно 1 часть соевого изолята для шприцевания разводят в примерно 5 частях воды (на 1 часть соевого концентрата берут 4 части воды). Способность соевого изолята эмульгировать жир в данном случае не имеет значения. Добавка соевых изолятов приводит к образованию геля, который обеспечивает текстуру и нарезываемость готового продукта. Соевый концентрат не образует геля, поэтому его влияние на прочность готового продукта существенно меньше [168].Однако внесение в рассол каррагинана или крахмала может сделать концентрат более эффективным, чем изолят [168]. Используются также нейтральные по вкусу и цвету изоляты пшеничных белков. Пшеничные белки хорошо диспергируются в рассоле, не увеличивая его вязкости. Пшеничные белковые изоляты практически нечувствительны к поваренной соли и фосфатам. Их дозировка составляет обычно 1-2% от массы готового продукта для цельномышечных рассольных продуктов и выше 4% — в реструктурированные рассольные ветчинные продукты с высокими выходами [168].

Плазма крови благодаря своему значению pH выше 7,0 также относится к высокофункциональным белкам, увеличивающим набухание белков мяса. Кроме того, плазма сама связывает воду [168].

Свиная шкурка в виде порошка используется для увеличения прочности готового продукта и снижения потерь при термообработке. В производстве ветчины используется два вида шкурки: инжектируемая, которая добавляется к рассолу и шприцуется непосредственно в мышечную массу, и неинжектируемая, добавляемая в посолочный барабан [168]. Рекомендуется сначала смешивать свиную шкурку с фосфатами, сахаром и солью, а затем диспергировать эту смесь в ледяной воде. Неинжектируемый порошок свиной шкурки добавляется в посолочный барабан перед началом обработки. Во время обработки барабан должен быть закрыт. Обычная дозировка порошка свиной шкурки составляет 3-10 г на 1 кг готового продукта, дозировка 5 г/1 кг достаточна для заметного улучшения текстуры [168].

Крахмал также часто используется в рассольных продуктах с высокими выходами. Его добавляют в рассол для шприцевания или в посолочный барабан перед обработкой. Дозировка крахмала составляет обычно 10-50 г на 1 кг готового продукта [168]. Он удерживает влагу в процессе термообработки, образует гель при охлаждении (улучшая текстуру) и укрепляет присутствующие в системе белки, как мышечные, так и растительные.

Каррагинан Е407 также относится к популярным добавкам, используемым в производстве деликатесных цельномышечных продуктов. Каррагинаны обладают исключительно высокой влагосвязывающей способностью, благодаря которой могут существенно снижать потери массы при термообработке. Так, 1 г каррагинана на 1 кг готового продукта способен снизить потери массы примерно на 6-8%. Добавка таких малых количеств не отражается ни на цвете, ни на вкусе готового продукта, но придает монолитность структуре. Каррагинаны вносят в составе рассола для шприцевания. Поскольку каррагинаны не увеличивают вязкость, рассол легко распределяется в продукте. Рекомендуется сначала смешать каррагинан с сахаром-песком, а затем эту смесь добавлять в рассол после внесения фосфатов. Температура рассола должна быть -2-0 °С, дозировка каррагинана в рассол составляет 400-2000 г на 100 л рассола, на 1 кг готового продукта обычно расходуется 2-7 г каррагинана [127,168]. В процессе производства ветчины каррагинан при температуре выше 50-55 °С гидратирует, что приводит к связыванию воды [141]. После охлаждения продукта образуется когезивный гель, который поддерживает целостность продукта в процессе высокоскоростной нарезки на ломтики и снижает потерю влаги в течение всего срока хранения продукта [141].

В реструктурированные мясопродукты каррагинаны рекомендуется вносить в сухом виде на стадии обработки нежирного сырья. Дозировка каррагинана зависит от влагосвязывающей способности торговой марки каррагинана, вида сырья, рецептуры вырабатываемого продукта, соотношения мышечной, жировой и соединительной тканей, уровня использования немясных ингредиентов (животные и растительные белки, полифункциональные смеси и т. п.). Обычно она составляет 0,7-2,0 кг на 100 кг несоленого сырья [127]. Использование каррагинана требует увеличения количества соли и специй в рецептуре изделий.

Каррагинаны в производстве ветчин в оболочке, в форме позволяют повышать выход, улучшать консистенцию, нарезываемость, товарный вид готовой продукции, снижать брак за счет уменьшения образования бульонно-жировых отеков при термообработке, снижать эффект отделения влаги в упакованной под вакуумом про-дукции(особенно нарезанной).

В производстве вяленых и сушеных мясопродуктов каррагинаны и другие вла-госвязывающие добавки не используются [168].

Камедь рожкового дерева Е410 и другие гидроколлоиды, растворимые только при нагревании, в производстве рассольных продуктов из свинины и говядины не используются. Растворимые в холодной воде гуаровая Е412 и ксантановая Е415 камеди иногда применяются в производстве продуктов, не подвергаемых термообработке, но в очень маленькой дозировке, поскольку сильно увеличивают вязкость рассола. Обычная их дозировка составляет 0,3-0,8 г на 1 кг продукта [168]. Производители рекомендуют также использовать их (марки с высокой вязкостью) в производстве рассольных мясных продуктов, но в сочетании с гелеобразующим гидроколлоидом [201]. Рекомендуемая концентрация КМЦ в рассоле составляет 0,5-1,0% [201]. Однако при таком

использовании важно помнить о существенном увеличении вязкости рассола для шприцевания, что может создать определенные трудности при его впрыскивании.

Способность алыинатов образовывать гели без предварительного нагрева затрудняет их использование в производстве рассольных продуктов: рассол превращается в гель сразу после контакта альгината и кальция. В последнее время разработаны методы замедления желирования альгината в присутствии ионов кальция в рассоле до 3- 5 часов. Например, введение в рассол таких эффективных секвестрантов, как полифосфаты, позволяет замедлить желирование на несколько часов [168].

Зато уникальное свойство алыинатов желировать без нагревания используется в производстве реструктурированных мясных продуктов, в которых обрезь соединена в целые куски. Например, мясную обрезь можно склеить смешиванием с водным раствором альгината и солей кальция [168]. Концентрация альгината в таком растворе — 1,0-1,5%, а количество сульфата или лактата кальция составляет 80-90% от количества альгината [168]. При приготовлении альгинатно-кальциевого раствора очень важно соблюдать последовательность внесения веществ: сначала полностью растворяют альгинат, и только потом, во избежание преждевременного желирования, вносят сульфат кальция. Раствор смешивают с мясом и наполняют смесью оболочки, готовый продукт хранят на холоде (2-5 °С) в течение 12-24 часов для формирования прочного геля [168]. Количество раствора, добавляемого к мясу, зависит от площади поверхности мяса (размера кусочков): чем она больше (кусочки меньше), тем больше требуется раствора. Активность ионов кальция зависит от величины рН, от растворимости кальциевой соли, присутствия полифосфатов.

В производстве реструктурированных ветчин, вареных ветчин, вареных сосисок для улучшения формоустойчивости, нарезываемости, снижения бульонно-жирового отека в конечном продукте используется фермент трансглютаминаза в дозировке около 0,5 г на 1 кг готового продукта [168]. В рассольные продукты фермент вводят через рассол, в эмульгированные — непосредственно в фарш. Ни фосфаты, ни соль не влияют на процесс склеивания, если их частицы достаточно мелкие. При получении реструктурированных продуктов поверхности склеиваемых кусков мяса не должны содержать частицы грубо помолотых специй и поваренной соли. Существует два способа внесения трансглютаминазы в реструктрированные мясные продукты: сухой и влажный [168].

Сухой способ

Куски мяса соединяют вместе, формуя один большой кусок и посыпая их трансглютаминазой в тех местах, где предполагается связывание. Важно, чтобы эти места не содержали жира и соединительной ткани. Кроме того, следует позаботиться о том, чтобы между склеиваемыми кусками мяса, а также между ними и оболочкой, не было пузырьков воздуха. Сформованный продукт примерно на 4-6 часов помещают в холодильник, а при необходимости —

ненадолго в морозильную камеру.

Влажный способ

Трансглютаминазу смешивают с водой до получения суспензии и маленькие кусочки мяса смешивают с этой суспензией. Полученную смесь формуют или наполняют ею оболочку и выдерживают в течение не менее 4-6 часов (если возможно, оставляют на ночь) при температуре около 0 °С [168].

Стабилизация и улучшение окраски

Окраску цельюмышечных мясопродуктов стабилизируют нитритами и нитратами. Добавка 150-300 мг нитрита натрия на 1 кг мясного сырья в производстве рассольных мясопродуктов вполне достаточна. Как правило, из всего количества нитрита, добавленного к мясному сырью, в конечном продукте остается не более 40-60% [168]. В производстве вяленых и сушеных мясопродуктов дозировки нитритов обычно выше, в некоторых странах они достигают 700 мг на 1 кг мясного сырья [168].

При использовании нитритов и нитратов очень важно соблюдать разрешенные максимальные дозировки. Если в 1 кг конечного продукта разрешенное максимальное количество нитрита составляет 50 мг, на 1 кг инжектируемого мяса, расход нитрита составит примерно 70-100 мг. Остаточное количество нитрита в конечном продукте зависит от различных факторов: соотношения мясного сырья и рассола, присутствия или отсутствия интенсификаторов цвета, содержания гемовых белков в мясе, диаметра используемой оболочки мясопродукта, размера кусков, определяющих время и температуру термообработки, температуры хранения изделий, концентрации поваренной соли (табл. 46).

Рекомендуемая дозировка интенсификаторов цвета в рассольные мясопродукты составляет 0,4-0,8 г/кг готового продукта, в вяленые и сушеные — обычно 0,6-1,0 г/кг несоленого сырья [6, 168]. Их вносят в рассол в последнюю очередь непосредственно перед шприцеванием [127]. Аскорбиновую кислоту нельзя добавлять в рассол для шприцевания, содержащий нитриты, а также использовать в производстве вяленых и сушеных мясопродуктов, так как нельзя допускать ее контакта с нитритами (см. ранее подраздел в разделе 1.2. стабилизаторы/фиксаторы окраски). Такие усилители цвета, как лимонная и другие кислоты, а также ГДЛ, не используют в составе рассола для шприцевания, потому что они снижают рН рассола и продукта, а это приводит к снижению влагосвязывающей способности и выхода готового продукта. Кроме того, кислоты являются поставщиками протонов, реагирующих с нитритами, содержащимися в рассоле. Такого нежелательного взаимодействия можно избежать, если рН рассола выше 8, эти добавки можно вносить в рассол после растворения соли. В любом случае внесение кислот и кислых солей в рассол для ветчин не рекомендуется.

Таблица 46. **Зависимость скорости снижения концентрации нитрита в упакованном в вакууме беконе от начальной концентрации добавок и температуры хранения (по материалам [188])**

Начальное содержание добавок			Количество суток, за которое остаточное содержание нитрита достигает 10 мг/кг	
нитраты, мг/кг	нитриты, мг/кг	поваренная соль, %	при температуре хранения 15 °C	при температуре хранения 25 °C
0	100	2,0	14	7
500	100	2,0	23	10
0	200	2,0	14	7
500	200	2,0	14	3
0	50	3,5	7	7
500	50	3,5	14	7
0	100	3,5	14	7
500	100	3,5	23	7
0	200	3,5	14	7

Потребность в красителях в производстве цельномышечных рассольных мясопродуктов возникает обычно только в том случае, если выход готового продукта составляет 140% и более [168]. Тогда становится визуально заметной недостаточно интенсивная окраска продукта из-за слишком низкого содержания натуральных гемовых белков. Потерю цвета компенсируют введением в рассол разрешенных красителей красной гаммы: ферментированного риса, антоцианов, красного свекольного, кармина. Для придания деликатесной продукции из свинины и мяса птицы, шпика, свиных ребер привлекательной золотистой окраски при снижении времени копчения используют раствор красителя аннато [127]. Продукцию перед термообработкой окунают в приготовленный раствор красителя на 1-3 минуты. Для более интенсивного окрашивания продукции следует увеличить время выдержки в растворе красителя.

Улучшение вкуса и аромата

Введение в мясное сырье большого количества рассола (более 40%) обычно приводит к ослаблению не только цвета продукта, но и вкуса и аромата. В этом случае требуется усилить натуральный аромат и вкус. Для этой цели в производстве рассольных мясных продуктов используются ароматизаторы ветчины, бекона, окорока и т. п. Для придания аромата пряностей и специй применяются не только соответствующие ароматизаторы, но и эфирные масла и экстракты. Важным требованием использования вкусоароматических добавок в рассольных продуктах является растворимость/диспергируемость этих добавок в холодной воде, чтобы не создавалось проблем с забивкой игл шприца. Поэтому экстракты обычно добавляют в рассол, особенно тщательно перемешивая

последний. Ароматизаторы и эфирные масла рекомендуется вносить при приготовлении рассолов для шприцевания вместе с сахаром. Надежнее использовать вкусо-ароматические добавки, добавляя их в посолочный барабан до обработки.

В производстве вяленых и сушеных мясопродуктов популярны такие специи, как чеснок, перец и кориандр [168]. Их можно заменять экстрактами.

К рассолу для шприцевания мясного продукта для придания ему вкуса и аромата копчения добавляют коптильные ароматизаторы (коптильные жидкости, жидкие дымы). Их дозировка должна соответствовать рекомендациям фирмы-изготовителя, обычно она составляет 0,1-0,5 г/кг готового продукта, но ее следует уточнять по результатам опытной выработки.

Для облагораживания вкуса и смягчения соленого вкуса к ветчине и другим рассольным цельномышечным мясным продуктам добавляют сахар (рафинированный или неочищенный) или глюкозу. Сахара также ускоряют реакцию Майяра в жареных продуктах (бекон). Обычно используется дозировка 5-15 г/кг готового продукта. Неочищенный (коричневый) сахар обеспечивает специфический вкус продукта. Декстроза (глюкоза) заметно слаще сахарозы, кроме того, она обеспечивает большее осмотическое давление в растворе. Замена сахарозы на то же количество декстрозы приводит к получению более сладкого продукта.

Сахар увеличивает количество сухих веществ в продукте, но его влияние на выход готового цельномышечного продукта незначительно. Сахар снижает активность воды, что способствует увеличению сроков годности изделий, но тоже незначительно. При этом сахар является хорошим питательным веществом для нежелательных микроорганизмов, развивающихся в продукте. Сахар в цельномышечных продуктах иногда заменяют мальтодекстринами.

В вяленых мясопродуктах для мягкого подкисления используется добавка 2-3 г глюкозы на 1 кг продукта. Присутствующие в мясе натуральные Lactobacillus s*pp*. превращают эту глюкозу в молочную кислоту, в результате чего улучшается аромат, вкус и окраска готового продукта. Для усиления аромата, вкуса и окраски к вяленым и сушеным мясопродуктам можно добавлять некоторые виды микроорганизмов: обычно Staph. carnosus и Lactobacillus pentosus [168]. Эти микроорганизмы устойчивы к высокой концентрации поваренной соли: Lb. pentosus выживают в растворах с концентрацией соли до 9%, а Staph. carnosus — до 20%. Они продуцируют ферменты протеазы, липазы и каталазу. Протеазы и липазы расщепляют белки и жиры с образованием пептидов, аминокислот и свободных жирных кислот, которые обеспечивают хороший аромат и вкус. Каталаза расщепляет перекись водорода, стабилизируя окраску [168].

Увеличение сроков годности

Стойкость при хранении мясных солено-копченых продуктов зависит от количества соли: чем оно больше, тем дольше может храниться изделие. При

этом важно помнить, что для различных продуктов существуют предельные количества соли, превышение которых портит вкус. Стандартным соленым вкусом обладают мясные изделия, содержащие 2,5-3,0 % соли [51].

Одной из важнейших для сохранности характеристик мясных изделий является активность воды. Рассольные мясные продукты с высокими выходами (более 140%) из-за повышения активности воды требуют введения в рассол консервантов. Обычно в качестве консервантов используют лактаты. Рекомендуемая дозировка составляет примерно 30 г/кг мясного сырья + рассола [168].

В качестве консерванта, позволяющего сохранять рассольные мясные продукты до термообработки, используют метабисульфит натрия [168]. Он не взаимодействует с нитритами, если те присутствуют в рассоле в обычной концентрации и pH рассола выше 7,2. Если концентрация нитритов в рассоле ниже концентрации метабисульфита, они могут вымываться из рассола и цвет и вкус готового продукта будут недостаточно интенсивными. Если pH рассола ниже 7,0, после шприцевания мяса в нем из метабисульфита натрия может образовываться диоксид серы.

В производстве вяленых и сушеных мясопродуктов, деликатесных изделий из свинины, говядины и птицы в качестве консерванта используют обычно сорбат калия Е202. Раствором сорбата концентрации 10-20% (Приложение 2) сразу после термообработки орошают изделия или погружают их в раствор [125, 127].

При хранении сушеного и вяленого мяса возможно протекание процессов окисления жира. В РФ в мясо сушеное в качестве антиокислителей разрешено использовать трет-бутилгидрохинон Е319, ТБГХ в количестве до 200 мг/кг жира продукта, бутилоксианизол Е320, БОА — в количестве до 200 мг/кг жира продукта, галловой кислоты эфиры (галлаты): пропилгаллат Е310, октилгаллат Е311, додецилгаллат Е312 по отдельности или в комбинации в количестве до 200 мг/кг жира продукта [37, п. 3.4.4]. Кроме того, эффективными являются природные антиокислители, описанные в разделе «Антиокислители».

2.4. Мясные студни и зельцы

Основные стадии технологического процесса

Технологический процесс производства мясных студней и зельцев включает следующие основные стадии:

- подготовка мясного сырья и субпродуктов (обвалка, зачистка, жиловка, бланширование, варка, охлаждение);
- измельчение вареного сырья;
- подготовка оболочек для зельца;
- составление и обработка смеси студня / приготовление фарша для зельца;
- розлив студня / наполнение оболочек для зельца;
- термообработка зельца;

- охлаждение;
- подпрессовывание (для зельцев);
- контроль качества;
- упаковывание, маркирование, транспортирование, хранение. Примеры рецептур мясных студней и зельцев приведены в Приложении 4.

Особенности использования пищевых добавок

В производстве мясных студней и заливных не используются ни фосфаты, ни белки (за исключением желатина), ни крахмал.

Поваренная соль в производстве мясных студней является прежде всего вкусовым веществом. Кроме того, она способствует набуханию белков в мясном сырье, увеличивает влагосвязывающую способность мяса при варке [168]. Дозировка соли в готовом продукте варьирует от 1 до 2 кг на 100 кг мяса.

Нитриты используют в мясных студнях при термообработке мясного сырья для улучшения его окраски [168]. Интенсификаторы окраски (аскорбат или эриторбат натрия) иногда применяют при термообработке в дозировке 200-300 кг на 100 кг бульона [168]. Если мясо, используемое в производстве заливного, подвергают шприцеванию, обычно в него вводят 10-15% рассола, содержащего примерно 10-15% поваренной соли, 0,2% нитрита и 0,3% эриторбата [168].

Для придания продукту легкого кислого вкуса к желе можно добавлять уксус. Его дозировка зависит от концентрации и желаемого вкуса готового продукта, обычно pH мясных студней 4,5-5,0 является предпочтительной [168]. В производстве мясных студней и заливных всегда применяются специи и вкусовые добавки. Могут использоваться красное или белое вино, лук (жареный, сырой, сушеный и т. д.). Кроме того, к мясным студням и заливным добавляют овощи (вареные, свежие, обжаренные, сушеные, маринованные, соленые).

В производстве мясных студней и заливных желеобразование обычно вызывает желатин, экстрагированный (вываренный) в бульон из костей, хрящей и т. п. и/или товарный желатин, растворенный в воде или бульоне. Желатин, используемый в качестве желеобразователя в мясных студнях и заливных, должен давать прозрачный раствор и может иметь различную прочность студня (Приложение 18). Чем меньше показатель прочности студня, тем выше должна быть дозировка желатина в бульон, хотя дозировка зависит также от требуемой прочности студня готового продукта. Если нужно получить нежный, мягкий продукт, дозировку следует уменьшить, если студень должен быть прочным, дозировку надо увеличить. Желатин сначала заливают водой, перемешивают и оставляют для набухания на 20-40 минут. Чем крупнее частицы желатина, тем медленнее он растворяется. Затем, перемешав эту смесь, тонкой струйкой при перемешивании добавляют ее к горячему бульону. Другим желеобразователем в производстве мяса в желе может быть каррагинан [155].

2.5. Мясные консервы

Мясные консервы — это мясные продукты, герметически укупоренные в тару (жестяную, стеклянную, полимерную, комбинированную) и подвергнутые воздействию высокой температуры для уничтожения микроорганизмов и придания продукту стойкости при хранении [117, 118]. По виду сырья мясные консервы делят на мясные (свинина, говядина, птица, кролик и т. д.), субпродуктовые, из мясных продуктов, мясо-растительные, жиро-бобовые [118]. По составу различают консервы в натуральном соку (с добавлением только соли и пряностей), с соусами (томатным, белым и др.) и в желе (в желирующем соусе) [118].

Консервы могут быть изготовлены из сырья без предварительного посола или выдержанного в рассоле, из кускового, грубо- и тонкоизмельченного сырья, прошедшего тепловую обработку (бланширование, варку, обжаривание), или полученные без предварительной тепловой обработки [118].

Производство мясных консервов включает: подготовку сырья (приемку, размораживание, опаливание и потрошение (для птиц и кроликов), промывание, разделку, обвалку, жиловку, нарезание мяса и субпродуктов на куски), порционирование (фасование), закатку, стерилизацию, охлаждение, сортирование и упаковывание. Каждый вид консервов отличается специфическими операциями: посол, приготовление фарша (для фаршевых консервов), подготовка бобовых и круп (для мясо-растительных консервов), предварительная тепловая обработка (бланширование, варка, обжаривание), приготовление паштетной массы и др. [117, 118].

Примеры рецептур мясных консервов приведены в Приложении 4.

Для стабилизации окраски мясных консервов обычно применяют нитрит натрия, которым обрабатывают куски мяса в смеси с солью или добавляют в фарш. Посол мясного сырья осуществляется на разных стадиях технологической обработки в зависимости от вида консервов. Посол в присутствии нитрита натрия проводят при выработке фаршевых, ветчинных изделий и языковых консервов [117]. В результате длительной выдержки в посоле (от 6 часов до нескольких суток) продукт приобретает приятные вкус и аромат, красную окраску, сочность и консистенцию.

Для удаления специфического запаха кроличьего мяса полутушки иногда замачивают в течение 10-12 часов в слабом растворе уксусной кислоты [117]. Популярные усилители (модификаторы) вкуса и аромата обычно добавляют в мясные консервы, особенно длительного хранения, для того чтобы отбить привкус металла.

В РФ в консервы из рубленого или измельченного мяса в качестве эмульгаторов разрешено добавлять лактилаты натрия Е481: стеароиллактилат натрия Е481i, олео-иллактилат натрия Е481ii, лактилаты кальция Е482: стеароиллактилат кальция Е482i, олеоиллактилат кальция Е482ii по отдельности

или в комбинации в количестве до 4 г/кг [37, п. 3.6.27].

Поваренную соль и фосфаты используют в производстве мясных консервов с той же целью, что и в других мясных продуктах.

Каррагинаны вводят в мясные консервы для повышения выхода, улучшения консистенции и товарного вида, снижения брака за счет уменьшения образования бульонно-жировых отеков при термообработке. Дозировка зависит от торговой марки каррагинана, обычно составляет 0,3-0,5 % от массы готового продукта. Рекомендуемый температурный режим обычно 115-125 ^{0}С.

В производстве консервов в желе в качестве желеобразователя чаще всего используют желатин. Его добавляют к бульону в дозировке 0,5-1%, иногда выше [118]. Другим желеобразователем в производстве мяса в желе может быть каррагинан [155].

В производстве консервов в соусе при производстве соусов используют в качестве загустителей различные камеди (гуар Е412, ксантан Е415 и т. д.) и другие гидроколлоиды (КМЦ Е466, крахмалы нативные и модифицированные и т. д.).

В зависимости от продолжительности хранения консервы бывают длительного хранения (3-5 лет) и с ограниченным сроком хранения [118].

Давно и успешно для увеличения сроков годности овощных консервов во всем мире применяется антибиотик низин Е234. В РФ низин не разрешен для применения в производстве мясных продуктов, но в некоторых странах он используется для предотвращения микробиологической порчи мясных консервов [37]. Низин предохраняет консервы от грамположительных, термоустойчивых бактерий и их спор, в т. ч. Cl.botulinum. Кроме того, использование низина позволяет сократить время и снизить температуру стерилизации консервов, в результате чего достигается увеличение производительности и снижение себестоимости продукции. Низин добавляют в готовый продукт до фасовки, после чего тщательно перемешивают. Рекомендуемая дозировка составляет 50-200 мг/кг продукта. Конкретные значения зависят от продукта и подбираются опытным путем.

ЧАСТЬ 3

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ ИЗ РЫБЫ И МОРЕПРОДУКТОВ

3.1. Рыба и морепродукты охлажденные, замороженные

Охлажденной называют рыбу, температура которой своевременно доведена до температуры в толще мяса -1... +5 °С и постоянно поддерживается на этом уровне, близком к криоскопической точке, но не ниже ее [156].

В производстве охлажденной рыбы и морепродуктов основными

проблемами являются сохранение органолептических характеристик и предотвращение их микробиологической порчи.

Для предохранения свежей рыбы от порчи иногда используют нитритный лед с содержанием $NaNO_2$ до 0,1%, что позволяет продлить срок хранения свежей рыбы на 1-2 суток [24]. Свежевыловленную рыбу разделывают и перекладывают льдом с добавкой нитрита натрия. Добавление 2% сухого бисульфита натрия Е222 ко льду, используемому для охлаждения рыбы, также увеличивает продолжительность ее хранения на несколько дней [189]. Для изготовления бактерицидного льда используют также молочную кислоту Е270 в концентрации 0,4-0,6% [162]. Сорбиновая кислота в форме кислоты Е200 или калиевой соли Е202 увеличивает срок хранения свежевыловленной рыбы без признаков порчи до 40 дней [24].

Для увеличения сроков хранения различных видов охлажденной рыбы (филе радужной форели, пикши, балтийской сельди и др.) можно использовать ЭДТА Е385, Е386. Эти добавки не замедляют рост общего числа микроорганизмов в рыбе, но значительно замедляют накопление триметиламина и азота летучих оснований [24]. Кроме того, в рыбе, обработанной ЭДТА, дефосфорилирование нуклеотидов протекает значительно медленнее. Органолептическая оценка рыбных продуктов, обработанных перед хранением ЭДТА, показывает, что они имеют более высокие вкусовые качества, чем необработанные консервантом [177].

Для увеличения продолжительности хранения свежевыловленных креветок используются сорбиновая, бензойная и аскорбиновая кислоты [24]. Сразу после вылова креветки варят, охлаждают до комнатной температуры и затем обрабатывают раствором кислот или соответствующих солей. При этом срок хранения креветок увеличивается до 4-6 недель [24].

Замораживание — это способ консервирования, при котором рыбу и морепродукты охлаждают до возможно более низкой температуры. Замораживание рыбных продуктов осуществляют с использованием тоннельных и камерных морозилок, а также льда, сухого льда, жидкого азота, жидкой углекислоты и их смесей. При использовании жидкого азота продолжительность замораживания рыбных продуктов толщиной 1-3 см составляет 6-15 минут, что значительно меньше, чем при замораживании в воздушных туннельных и камерных морозилках [25]. Кроме того, зону критических температур (от-1 до -5 ° С), при которых отмечена наивысшая скорость денатурации белков, продукт проходит за 3-9 минут вместо 100 минут при конвекционных способах замораживания [173]. Общие потери за счет вымерзания влаги в процессе замораживания и вытекания тканевого сока в процессе дефростации при сверхбыстром замораживании мерланга жидким азотом составляют 2,33%, при быстром замораживании (-40 °С) — 3,36%, а при медленном (-10 °С) они достигают 8% [25]. Изменение окраски, появление запаха окислившегося жира и размягчение консистенции мяса тунца, замороженного погружением в жидкий азот, происходит на 2-3 недели позже, чем в мясе тунца, замороженного в

воздушной морозилке [25]. При замораживании рыбы (треска, морской окунь, карп, линь, сазан, судак, форель) в жидком азоте потери массы снижаются в 1,5 раза по сравнению с замораживанием в потоке воздуха [108]. Одной из особенностей продуктов, замороженных в жидком азоте, является побеление их поверхности после замораживания. Этот дефект можно устранить незначительным отеплением поверхности и последующим глазированием его водой [25].

Использование жидкого фреона-12 позволяет получить рыбные продукты высокого качества с низкой бактериальной обсемененностью [166]. Почти мгновенное образование ледяной корочки на поверхности замораживаемого продукта при контакте его с жидким фреоном-12 практически устраняет потери влаги за счет вымораживания. Продукты, замороженные в жидком фреоне-12, имеют значительно меньшие потери при дефростации, чем аналогичные продукты, замороженные в воздушной морозилке [166]. Жидкий фреон-12 может быть успешно использован для замораживания хрупких или легко повреждаемых продуктов, например шеек креветок и лангустов. При замораживании жидким фреоном-12 панированных рыбных палочек и креветок они не повреждаются и панировка не отстает от продукта [25].

Мороженую рыбу обычно глазируют: покрывают поверхность тонкой ледяной оболочкой, защищающей рыбу от обезвоживания и окисления жира [156]. В воду можно добавлять различные пищевые добавки. При глазировании жирных рыб (лососевых, осетровых и др.) к воде добавляют антиоксиданты и синергисты антиоксидантов: аскорбиновую или лимонную кислоту, которые вносят в количестве 0,1-0,2% [156]. Использование препаратов на основе натурального экстракта розмарина позволяет на несколько месяцев продлить сроки хранения свежемороженого лосося [26].

Ледяная глазурь механически непрочна, кроме того, при транспортировке и длительном хранении она сублимируется и через 4-5 месяцев поверхность рыбы полностью оголяется. Для упрочнения глазури и замедления сублимации в глазуровочную смесь добавляют поливиниловый спирт марок ПВС 7/2 и 8/1,7, КМЦ Е466, гидроксипропилцеллюлозу Е463, гидроксиэтилцеллюлозу Е467, альгинаты Е400-406 [123, 156]. При использовании ПВС или модифицированной целлюлозы мороженую рыбу погружают в 3%-ный раствор дважды на 2-3 секунды с интервалом 20-30 секунд, а затем выдерживают на воздухе при температуре не выше О °С в течение 60 секунд [156]. При мойке рыбы такая пленка растворяется. После сублимации льда на поверхности остается тонкая пленка, устойчивая к механическим воздействиям и малопроницаемая для кислорода воздуха [156].

При замораживании и хранении замороженных рыбо- и морепродуктов происходят изменения гидрофильных свойств тканей, которые определяют их влагоудерживающую способность и влияют на количество тканевой жидкости, отделяющейся при размораживании [156]. Период посмертного окоченения рыбы, так же как и наземных животных, сопровождается понижением pH

мышечной ткани, уменьшением в ней количества АТФ и образованием актомиозинового комплекса, что приводит к тем же последствиям, что и для мяса наземных животных: снижению влагоудерживающей способности мышечной ткани [24]. Сохранение влагоудерживающей способности мяса рыбы в процессе ее переработки на уровне свежей рыбы позволяет решить множество технологических и экономических проблем. При охлаждении, замораживании и посоле рыбы и морепродуктов для увеличения влагосвязывающей способности, снижения потерь тканевого сока и влаги при дефростации, повышения сочности продуктов, стабилизации pH, замедления процессов окисления, предотвращения денатурации белков прежде всего используют поваренную соль и фосфаты [111]. В рыбу необработанную, ракообразные и моллюски, в т. ч. замороженные, кроме фосфатов (см. раздел «Влагосвязывающие агенты») в РФ разрешено также добавлять цитраты в количестве согласно ТИ [37, п. 3.1.11].

Наиболее активными в отношении уменьшения выделения сока при хранении охлажденной рыбы являются триполифосфат натрия и пирофосфат натрия. Эти фосфаты обычно всегда входят в состав товарных смесей фосфатов, рекомендуемых для уменьшения сокоотделения в рыбе [204, 207]. В результате обработки фосфатами филе и полуфабрикаты длительное время не теряют товарного вида, сохраняют питательные свойства, выход продукта увеличивается от 5 до 20% [151]. Обработка рыбного филе полифосфатом натрия Е4521 (соль Грэма) позволяет снизить потери тканевого сока при дефростации до 0,7-0,9%, а обработка триполифосфатом натрия — до 0,3%, в то время как у необработанного филе потери составляют 5,7-7,1% [114]. Поваренная соль усиливает действие фосфатов. Потери тканевого сока при дефростации филе трески, обработанного раствором, содержащим 12,5% триполифосфата натрия и 4% поваренной соли, после месячного хранения в замороженном состоянии составляют 0,3%. У филе, обработанного только трипо-лифосфатом натрия, потери тканевого сока составляют 1,8% [111]. Действие полифосфатов на замораживаемое рыбное филе выражается в денатурации белков мяса и образовании сплошной пленки из денатурированных белков на поверхности разрезов. Проникновение полифосфатов внутрь мяса невелико: их содержание в мясе редко превышает 0,2-0,4% [111]. Образовавшаяся пленка препятствует вытеканию тканевого сока как в процессе замораживания, так и при дефростации филе. Причем установлено, что при увеличении продолжительности обработки рыбы растворами фосфатов уменьшаются потери тканевого сока при дефростации, но увеличивается сухость ткани [111].

В результате обработки филе пресноводных рыб (чукучановая рыба (Сatostomus commerson), песчаный судак (Stizostedion canadense), северная щука (Еsox lucius), радужная форель (Salmo gairderi), судак (Stizostedion vitreum), озерный сиг (Сaregonus clupeaformis)) полифосфатами вытекание сока при дефростации уменьшается в среднем на 60%, хотя абсолютные потери сока при размораживании пресноводных рыб по сравнению с морскими невелики [111]. Более привлекательным для пресноводных рыб является увеличение веса филе

при обработке фосфатами за счет поглощения воды при погружении в раствор. Увеличение веса филе после погружения его в раствор обычно равно потере веса при размораживании, поэтому обработанное триполифосфатом филе после дефростации весит столько же, сколько и до замораживания [111]. Обработанное фосфатами филе судака выдерживает шестикратное повторное замораживание в процессе последующего хранения без потери массы [151].

Обработку филе фосфатами производят после зачистки и мойки. Сначала готовят раствор фосфатной смеси в воде концентрации 1-2,5%. Обработка филе может осуществляться погружением в раствор, шприцеванием или орошением свежеприготовленным раствором [128]. При обработке рыбы полифосфатами путем погружения в раствор время обработки обычно составляет 5-30 мин. Концентрация раствора и время выдержки зависят от вида и размера кусков филе. Для каждого нового вида сырья рекомендуется устанавливать эти параметры на предприятии в лабораторных условиях [151]. Шприцевание и орошение более предпочтительны, поскольку при погружении раствор сильно загрязняется кусочками рыбы, белковыми веществами, микроорганизмами, при длительном хранении он темнеет и прокисает. Обработка филе погружением в раствор требует дополнительного оборудования: необходима установка ванн для погружения, снабженных перфорированными ящиками, обеспечивающими свободный доступ раствора фосфата к обрабатываемой поверхности.

При дефростации морепродуктов также наблюдаются потери их массы. Причем чем они мельче, тем выше потери. Так, при дефростации крупных креветок потери достигают 7%, а мелких — 12% [111]. Кроме того, потери массы при дефростации зависят от времени хранения морепродуктов перед замораживанием: хранение во льду мелких креветок в течение 5 дней до замораживания увеличивает потери до15%[111]. Обработка креветок кислыми фосфатами приводит к увеличению потерь массы. Обработка же щелочными растворами фосфатов (триполифосфат натрия, пирофосфат натрия и т. д.) приводит к практически полному устранению потерь массы креветок при дефростации: выход дефростированного продукта составляет 98-103% от массы сырья [24, 111, 180]. Однако при этом наблюдается некоторое ухудшение окраски и заметное повышение pH продукта, благоприятствующее его микробиологической порче. При использовании для обработки креветок раствора, содержащего 12% триполифосфата натрия и 4% 1-замещенного ортофосфата калия, окраска продукта не меняется, а выход продукта повышается (табл. 47). Кроме того, снижаются потери водорастворимых белковых и небелковых азотистых веществ и улучшается консистенция мяса. Использование фосфатов перед очисткой креветок также улучшает мясо, облегчает отделение панциря и увеличивает выход мяса [215].

Технологические режимы обработки креветок фосфатами прежде всего зависят от их размера. Мелкие замороженные креветки размораживают под душем или в растворе соли (1-2%) и фосфата (0,5-1%). Соотношение раствора и креветок 1 :1. Креветки выдерживают в растворе 24 часа при температуре от -2

до +2 ^{0}С. Крупные тепловодные креветки обычно обрабатывают частично очищенными (без хвоста или без головы) в растворе соли (1-7%) и фосфата (2-10%). Очищенные полностью креветки выдерживают в растворе от 20 до 90 минут, обезглавленные — от 6 до 18 часов. После выдержки в растворе соли и фосфатов креветки промывают, подвергают термообработке и механической очистке с последующей обработкой солью и замораживанием [151].

Таблица 47. **Влияние обработки фосфатами сырых и вареных креветок на выход продукта (по материалам [111])**

Показатели	Свежие образцы	Дефростированные образцы	
		контроль	обработанные фосфатом
Выход продукта после дефростации:			
сыромороженого	–	88,2	103,3
вареномороженого	–	52,9	67,2
Влажность, %	83,4	82,5	82,8

Положительное влияние на влагосвязывающую способность и выход дефростированного продукта отмечается и для других морепродуктов. Мясо морского гребешка перед замораживанием обрабатывают погружением на 30 сек в 10%-ный раствор полифосфатов [111]. При использовании для дефростации 2%-ного раствора фосфатной смеси вместо воды филе морского гребешка сохраняет 4% массы [151]. После термической обработки выход обработанного филе увеличивается на 10% [151]. Мясо крабов, обработанное раствором, содержащим 1,5% поваренной соли, 0,45% пирофосфата натрия и 0,63% триполифосфата натрия, имеет высокие органолептические показатели. Погружение мяса крабов в растворы, содержащие > 3,0% пирофосфата натрия или триполифосфата натрия, полностью предотвращает его посинение, но применение фосфатных растворов высокой концентрации вызывает появление неприятных побочных привкусов [165].

Дефростация филе и тушек кальмара в 2-4%-ном растворе фосфатной смеси позволяет предотвратить до 4% потери массы, а после варки получить продукт привлекательного светлого цвета и сочной консистенции с выходом на 20% выше, чем из необработанного кальмара [151].

Использование красителей в сырых рыбе, ракообразных, моллюсках цельных или куском или измельченных, включая фарш, без добавления других ингредиентов, в РФ не допускается [37, п. 3.9.6].

3.2. Рыба соленая, вяленая, сушеная и копченая

Посол — способ консервирования рыбы при помощи поваренной соли с целью предохранения ее от разложения гнилостными бактериями, а также

прекращения или замедления самопереваривания (действие ферментов). Он представляет собой процесс насыщения (полного или неполного) влаги в рыбе поваренной солью [156]. Посол применяется как самостоятельный способ обработки рыбы и как предварительная операция перед копчением, вялением, сушкой, маринованием. Большинство видов соленых рыб подразделяют на слабосоленую (от 6-7 до 10% соли), среднесоленую (от 10 до 14% соли) и крепкосоленую (содержание соли выше 14%) [156].

Добавка фосфатов при посоле рыбы позволяет снизить потери массы и сохранить привлекательный внешний вид, кроме того, использование фосфатов позволяет сократить время посола и немного снизить концентрацию соли в тузлуке [151]. Концентрация и время посола сокращаются тем больше, чем более разделана рыба. Фосфаты используют при разных методах посола: сухом, смешанном, посоле в тузлуке, многоигольчатом шприцевании, посоле под вакуумом с массированием, комбинированном вакуумном посоле со шприцеванием [151].

Для ускорения созревания и улучшения консистенции соленой рыбной продукции, вырабатываемой из плохо созревающих рыб, к ней добавляют протеолитические ферменты, которые интенсифицируют процессы созревания китового мяса, тунцовых и сельдевых рыб [24]. Кроме того, протеазы увеличивают гидратацию белков мышечной ткани, повышая ее влагосвязывающую способность [32]. Чаще всего обрабатываемые продукты погружают в раствор, содержащий ферментный препарат, или орошают раствором. Обработка ферментными препаратами производится при определенной кислотности и температуре.

Наиболее популярной соленой рыбопродукцией, безусловно, является сельдь. Как правило, соленая сельдь долго хранится, так как посол является проверенным веками способом хранения рыбной продукции. В процессе длительного хранения жир сельди окисляется несмотря на присутствие в нем природных антиоксидантов: анализ жира атлантической (североморской) сельди Clupea harengus показывает, что в его составе содержится 59,8 мг ос-токоферола и 2,2 г лецитина на 100 г [27]. Окисление жира ухудшает качество рыбной продукции. Замедления процессов окисления атлантической сельди в 3-4 раза можно достичь применением смеси 1 г пропилгаллата Е310 и 30 г лимонной кислоты на 100 кг сельди [27]. Высокую эффективность действия пропилгаллата при очень незначительной дозировке объясняют синергизмом между галлатом и природными антиоксидантами, присутствующими в жире атлантической сельди [27]. Глутамат натрия Е621 (в дозировках 0,05 и 0,1%), БОТ (в дозировках 0,001-0,003%) и лимонная кислота (в дозировках 0,02 и 0,03%) также способствуют торможению процессов окисления жира сельди, но в меньшей степени, чем эфиры галловой кислоты. Аскорбиновая кислота в дозировке 0,02% действует на жир как проокислитель [27].

Для получения стойкого красноватого окрашивания соленой рыбы лососевых пород рекомендуется использовать смеси разрешенных натуральных или

синтетических красителей от желтого до красного цвета или индивидуальные оранжевой гаммы, предпочтительно водорастворимые. Например, типичный оттенок цвета дает сочетание понсо 4К Е124 и желтого «солнечный закат» Е110. Ориентировочный расход смеси красителей — 250 г на 1 т рыбы. Необходимое количество сухого красителя отвешивают и растворяют в небольшом количестве (50-100 мл) горячей (60-80 °С) питьевой или кипяченой воды. Раствор красителей добавляют в ванну с тузлуком. Ориентировочная концентрация красителей в ванне — 1%. Тузлук в ванне рекомендуется менять не реже одного раза в смену.

Под вялением понимают медленное обезвоживание соленой рыбы в естественных или искусственных условиях при температуре воздуха ниже точки начала свертывания белка (не выше 35 °С) [156].

Технологический процесс приготовления вяленой рыбы включает следующие основные операции: приемка сырья, сортировка, выдержка на плоту (для живой рыбы), мойка, посол, мойка, нанизывание, развешивание на вешала, вяление, съемка с вешалов, выдерживание в кучах, сортировка, упаковка, хранение [156]. Технология приготовления вяленых балычных изделий несколько сложнее и включает следующие операции: приемка и сортировка сырья, размораживание, разделка, мойка, посол, выравнивание, отмочка, выравнивание, обвязка шпагатом, вяление, сортировка, упаковка и хранение [156].

Сушка — это обезвоживание рыбы. В процессе сушки происходит медленное удаление влаги из рыбы с использованием тепловой энергии для ее испарения и с отводом образующихся паров [156]. Сушка может быть холодной (температура воздуха не выше 40 °С) и горячей (температура воздуха выше 100 °С).

Увеличения срока хранения сушеной и вяленой рыбы достигают использованием сорбата калия. Сорбат калия добавляют в раствор, в котором выдерживают рыбу перед сушкой, в количестве 0,1%. При этом сушеная (вяленая) рыба хранится без появления видимой плесени 35-50 дней вместо 10 [24].

Копчением называют способ консервирования, при котором ткани рыбы пропитываются продуктами теплового разложения древесины (дым, коптильная жидкость) [156]. Копчение рыбы подразделяют на холодное, горячее и полугорячее (см. табл. 28). Технологические процессы копчения различаются только температурой и включают следующие основные стадии: приемка и сортировка рыбы, размораживание (для соленой рыбы отмачивание и выравнивание), разделка, промывка, посол, отмачивание или промывка, выравнивание, наколка или обвязка, подсушка или провяливание, копчение, охлаждение, сортировка и упаковка [156]. Копчение применяют дымовое, бездымное и смешанное.

При горячем бездымном копчении посол рыбы осуществляют с добавкой в тузлук коптильного препарата. Количество препарата, добавляемое в тузлук,

зависит от его концентрации, от жирности рыбы, а также от окраски кожного покрова обрабатываемой рыбы: рекомендуемая концентрация препарата в тузлуке для хека серебристого, скумбрии и т. п. примерно в 2,5 раза ниже, чем в тузлуке для трески, пикши, леща, морского окуня, сазана и др. [156]. Возможно проведение бездымного копчения другим способом: рыбу солят без добавления в тузлук коптильного препарата, а затем на 5 мин погружают ее в раствор коптильного препарата. После обработки коптильным препаратом рыба, навешанная на клети, поступает в печь для подсушивания и проварки.

При холодном бездымном копчении коптильные препараты рекомендуется применять при посоле или отмачивании рыбы [156]. Концентрация коптильного препарата в тузлуке должна быть тем выше, чем более жирная рыба подвергается обработке. Подготовленную для холодного копчения рыбу погружают в коптильную жидкость на 5-20 минут в зависимости от вида рыбы. Для улучшения цвета рекомендуется перед погружением в жидкость подсушивать рыбу в течение 60-180 минут в естественных условиях или в течение 15 минут при искусственной вентиляции воздуха. После обработки коптильной жидкостью рыбу подсушивают в течение нескольких часов. Продолжительность подсушки зависит от вида рыбы (прежде всего жирности) и скорости движения воздуха [156].

Потеря влаги рыбой при копчении приводит к сморщиванию ее поверхности. Кратковременное погружение рыбы перед горячим копчением в раствор полифосфатов и поваренной соли снижает весовые потери за счет связывания влаги, хотя для разных видов рыб степень снижения потерь варьирует от 0 до 4,7% [111]. При производстве рыбы холодного копчения фосфаты вносят в тузлук из расчета 300-500 г на 100 кг обрабатываемой рыбы [151].
Внесение сорбиновой кислоты в количестве 0,1-0,2% при посоле рыбы вместе с солью повышает в дальнейшем срок хранения приготовленной из этой рыбы копченой продукции па 2 недели. При этом установлено, что сорбиповая кислота подавляет рост плесени Hemispora stellata, но малоэффективна против галофильных бактерий [24].

Окрашивание поверхности копченой рыбы происходит в результате осаждения на нее дыма (нейтральных смол, фенолов), а также продуктов карамелизации углеводов. Из-за отсутствия хороших печей, колебаний состава сырья копченая продукция не всегда имеет привлекательный цвет нужной интенсивности. Одним из способов решения этой проблемы является обработка рыбы фосфатами на стадии дефростации или посола [151]. При этом сокращается время копчения. Другим способом является использование красителей. Для получения золотисто-желтого окрашивания копченой рыбы рекомендуется использовать синтетические красители тартразин (Е102) и желтый «солнечный закат». Обычно на 1 часть желтого «солнечный закат» (Е 110) берут 8-10 частей тартразина (Е 102). Ориентировочный расход смеси красителей — 250 г на 1 т рыбы. Необходимое количество красителей зависит от жирности рыбы и условий ее копчения. Необходимое количество сухого красителя отвешивают и растворяют

в небольшом количестве (50-100 мл) горячей (60-80 °С) питьевой или кипяченой воды. Раствор красителей добавляют в ванну с коптильным рассолом. Ориентировочная концентрация смеси красителей в ванне — 1%. Коптильный рассол в ванне рекомендуется менять не реже одного раза в смену. Вместо синтетических красителей тартразина (Е102) и желтого «солнечный закат» (Е110) для окрашивания рыбы можно использовать натуральные куркумин Е100, лютеин Е161Ь, экстракты аппато Е16()Ь индивидуально или в смеси. Дозировки и соотношение красителей в смеси зависят от товарных форм. Натуральные красители также обычно добавляют в коптильный рассол. Аннато-экстракты (Е160b, биксин, норбиксин) допускается использовать в РФ в производстве копченой рыбы в количестве до 10 мг/кг [37, п. 3.11.2].

3.3. Рыбные пресервы и консервы, включая икру

Консервы — это пищевые продукты, уложенные в герметичную тару и стерилизованные нагревом до температуры, достаточной для подавления жизнедеятельности микроорганизмов [156]. Консервы производят из рыбы и морепродуктов. Рыбные консервы принято подразделять на натуральные, в масле, в томатном соусе, рыбо-овощные, диетические, паштеты и пасты [156]. Основными технологическими операциями при производстве большинства видов консервов являются: сортирование, разделывание, мойка, посол, предварительная термическая обработка (обжаривание, бланширование, пропекание, копчение), фасование рыбы и заливание жидких компонентов, закатывание банок, стерилизация [156].

Правильно проведенная стерилизация и полная герметичность упаковки консервов практически исключают их микробиальную порчу, поэтому определяющими процессами порчи являются химические изменения продукта и тары.

Фосфаты используют в производстве рыбных консервов и пресервов для повышения влагосвязывающей способности, улучшения консистенции рыбы и фарша, сохранения цвета продуктов. В небольших количествах полифосфаты добавляют при консервировании крабов, омаров и других морепродуктов для предохранения консервов от образования струвита [191]. Фосфаты способствуют проникновению масляной заливки в мышечную ткань рыбы и усиливают влагосвязывающую способность плотной части консервов, улучшая консистенцию рыбы и консервированных фаршевых изделий [151].

Под рыбными пресервами понимается продукт, прошедший соответствующую стадию обработки солью с добавлением сахара и пряностей (пряный посол) и выдержанный до созревания во время дальнейшего хранения [156]. В отличие от стерилизованных консервов рыбные пресервы, расфасованные в герметичные банки, не подвергаются тепловой обработке, поэтому они являются нестерильными и относительно малостойкими продуктами, особенно при хранении в условиях комнатной температуры [156].

Основными стадиями технологического процесса производства рыбы пряного посола являются: размораживание (для мороженой рыбы), мойка, стекание влаги, перемешивание рыбы с пряной смесью, укладка рыбы в подготовленные бочки, выдержка для просаливания и осадки, установка бочек для стекания тузлука, взвешивание бочек/укладка рыбы в потребительскую упаковку, заливка пряно-солевого раствора, созревание, хранение [156].

В производстве пресервов очень популярны заливки, содержащие уксус и соль, позволяющие получать маринованную продукцию. Уксусная кислота имеет для рыбной продукции особенное значение, поскольку в порче рыбы участвуют в основном бактерии, а большинство консервантов угнетают дрожжи и плесени. Рыбу в большом количестве маринуют в уксус- и сольсодержащих заливках. При этом рыбу предварительно жарят, варят (горячий маринад) или обрабатывают солью и уксусом без нагревания (холодный маринад). Однако наиболее важные в этой связи бактерии рода Lactobacillus недостаточно подавляются несколькими процентами уксусной кислоты. Поэтому для безопасного хранения маринадов необходимо сочетание уксусной кислоты с другими способами консервирования, например пастеризацией или охлаждением и/или другими консервантами. Обычная для рыбопродуктов концентрация уксусной кислоты — 1-3 % — в основном защищает от патогенных микроорганизмов, прежде всего от бактерий рода Clostridium [88]. При этом кислую среду легко переносят плесени, поэтому маринады часто бывают поражены различными их видами [156]. Предотвратить развитие плесеней возможно с помощью бензоата натрия Е211 или сорбата калия Е202. Наиболее эффективно использовать их смесь в соотношении 1 : 1 в пересчете на соответствующие кислоты. Перед маринованием в уксусно-солевом растворе сельдь выдерживают в течение 30-60 секунд в 10%-ном растворе полифосфатов для улучшения консистенции [111].

При ароматизации рыбного сырья непосредственным добавлением натуральных пряностей переход вкусовых и ароматических веществ пряностей в рыбу протекает достаточно медленно. При этом сколь бы длительным ни был контакт ароматизируемого и ароматизирующего сырья, коэффициенты использования вкусоароматических веществ сухих пряностей не превышают 60%, а в рыбе пряного посола составляют всего 3-10% (табл. 48).

Таблица 48. **Коэффициенты использования пряностей в различных рыбных консервах [24]**

Пряности	Коэффициент использования, %	Примечания
Рыбные консервы в масле		
Лавровый лист	61,4	После полуторагодичного хранения
Гвоздика (почки)	43,3	
Рыбные консервы в томатном соусе		
Перец горький (порошок)	45,0	Продолжительность варки соуса 120 минут
Перец душистый (порошок)	30,0	
Лавровый лист	26,3	
Гвоздика (почки)	27,6	
Томатный соус для рыбных консервов (после варки в котле)		
Лавровый лист	18,0	
Гвоздика (порошок)	23,1	
Кориандр (порошок)	31,2	
Перец черный горький (порошок)	27,4	
Перец душистый (порошок)	21,3	
Хамса пряного посола		
Перец душистый (горошек)	8,30	После созревания
Кориандр (семена)	9,81	
Анис (семена)	5,60	
Тмин (семена)	7,70	
Гвоздика (почки)	4,73	
Перец черный (горошек)	3,78	
Корица (порошок)	8,50	

Количество экстрактов, необходимое для замены соответствующих натуральных пряностей в производстве различной рыбной продукции, в 10-50 раз меньше (см. табл. 25), поэтому очень важно правильно выбрать способ внесения экстрактов, чтобы добиться равномерного их распределения по всему объему продукта. При изготовлении пряной рыбы или пресервов из свежей рыбы экстракты пряностей добавляют к тузлуку, используемому для заливки, в виде эмульсии, приготовленной на эмульсаторе из смеси экстрактов и водных растворов сахара и поваренной соли [24]. В натуральные консервы экстракты тоже удобно вносить в виде эмульсии. Вначале обычно готовят концентрированную эмульсию с соотношением экстрактов и воды 1:100, которую далее разбавляют водой или тузлуком до необходимой концентрации. При производстве рыбных консервов в масле экстракты пряностей вносят с маслом [24]. При изготовлении рыбных консервов в томатном соусе в качестве носителя ароматических веществ рекомендуется использовать 80%-ную уксусную кислоту. Смесь экстрактов растворяют в рецептурном количестве кислоты и с целью предотвращения потерь ароматических веществ вносят в соусоварочный котел в момент окончания варки соуса [24]. Помимо ароматизации с помощью экстрактов можно увеличивать срок годности консервов. Коптильные препараты и CO_2-экстракты из почек гвоздики и перца черного содержат вещества, ингибирующие окисление растительных масел, используемых в производстве рыбных консервов, при обжаривании и последующем хранении [56].

Рыбные пресервы являются относительно малостойкими продуктами, поэтому обычно производятся с использованием консервантов. Наверное, самым популярным консервантом рыбных пресервов является бензоат натрия Е211 (табл. 49). В производстве рыбных пресервов используют также другие антимикробные агенты. Добавка 4,5% молочной кислоты в заливку пресервов из сельди, содержащую 0,8% уксусной кислоты и 1,5% поваренной соли, увеличивает их срок хранения более чем в 3 раза [184]. Добавление перекиси водорода в рыбные маринады предотвращает появление нежелательных бактериальных изменений и запахов, побочное отбеливающее действие даже желательно, особенно для сельди [88]. Перекись водорода разлагается на воду и свободный кислород, который угнетает бактерии, но не препятствует развитию плесеней, поэтому ее рекомендуется сочетать с бензоатом натрия или сорбатом калия [24].

Иногда необходимо подкрашивать лососевую икру для усиления и стабилизации натурального цвета или изменения его оттенка. Подкрашивание осуществляют так же, как подкрашивание соленой рыбы лососевых пород (см. раздел 3.2).

Для увеличения сроков хранения лососевой икры используют сорбиновую кислоту совместно с уротропином (гексаметилентетрамином) Е239 [5]. Икра зернистая лососевая является единственным пищевым продуктом, в котором в РФ разрешено использовать в качестве консерванта гексаметилентетрамин (уротропин Е239) в количестве до 1 г/кг [37, п. 3.3.3]. Уротропин в результате гидролиза в кислой среде отщепляет формальдегид (108% от массы уротропина), который проявляет свое антимикробное действие. Действие сорбиновой кислоты направлено главным образом против дрожжей и плесеней, но она неэффективна в отношении большинства бактерий [88]. Уротропин, наоборот, проявляет практически только бактерицидное действие [123]. Таким образом, эти два консерванта прекрасно дополняют друг друга. После посола и отделения тузлука к лососевой икре добавляют заранее приготовленную смесь уротропина и сорбиновой кислоты (1:1) из расчета содержания в готовой икре обоих консервантов по 0,1 %, после чего икру сразу раскладывают в банки (табл. 50) [123]. Эффективным консервантом для зернистой икры осетровых является низин Е234. Использование низина в дозировке 0,1% позволяет сократить в 2 раза продолжительность процесса пастеризации и одновременно улучшить качество икры [24].

Таблица 49. **Рецептуры заливок для пресервов [156]**

Продукты и пряности	**Расход в кг на 1 т. у. б. пресервов из разделанной рыбы***			
	свежей сельди и салаки	**сельди и салаки простого посола**	**салаки специального посола**	**сельди и салаки пряного посола**
Сахар	4,4	2,4	–	–
Лавровый лист	0,6	0,6	0,6	–
Перец горький	1,0	1,0	1,0	1,4
Перец душистый	2,0	1,6	1,6	0,6
Гвоздика	0,5	0,6	0,6	0,2
Корица	0,4	0,4	0,4	–
Имбирь	0,5	0,6	0,6	0,4
Мускатный орех	0,2	0,35	0,36	0,18
Мускатный цвет	0,1	0,2	0,2	0,1
Кардамон	0,1	–	–	–
Кориандр	–	0,2	0,2	–
Бензоат натрия	0,3	0,33	0,33	0,33

* у.б. – условная банка.

Таблица 50. **Влияние различных консервантов на микробную порчу зернистой лососевой икры (по материалам [24])**

Консервант	**Концентрация консерванта, %**	**Количество микроорганизмов в 1 г икры после хранения в течение**	
		3 мес	**7 мес**
Без консервантов	–	5900	320
Пара-оксибензойной кислоты этиловый эфир E214	0,09	4700	400
Сорбиновая кислота E200	0,03	3500	150
То же	0,1	2745	60

3.4. Рыбные фарши и пасты, рыбные фаршевые полуфабрикаты, рыбные аналоги

На производство фарша обычно направляют массовые промысловые виды рыб пониженной товарной ценности (минтай, путассу, макрурус и т. п.); некоторые глубоководные виды рыб; прилов малоценных рыб при промысле других объектов (например, креветок) и отходы от филетирования традиционных видов рыб. Обычно используется мороженая рыба, которую разделывают, промывают и измельчают [29].

При промывке фарша водой из него удаляются микроорганизмы, протеолитические ферменты, улучшается его цвет, снижается содержание азота

летучих оснований, в результате чего замедляются процессы порчи [29]. Несмотря на это качество даже промытого рыбного фарша (сурими) снижается довольно быстро: он темнеет, происходит изменение белков и липидов. Для сохранения естественной окраски и консистенции мороженого рыбного фарша в него перед замораживанием целесообразно вводить синергисты антиоксидантов (аскорбиновую Е300, лимонную Е300 кислоты, ЭДТА Е385, Е386) и влагосвязывающие добавки, прежде всего фосфаты [182].

Добавление поваренной соли, тетранатрийпирофосфата и их смеси к фаршу из мяса щуки и трески повышает их нежность, предельное напряжение сдвига и липкость. Введение в рыбный фарш фосфатов совместно с поваренной солью, как и в случае мясного фарша, приводит к более значительному повышению его влагосвязывающей способности, чем введение одних фосфатов (табл. 51). Выделение тканевого сока из рыбного фарша при добавлении фосфатов уменьшается примерно в 4 раза, а при добавлении фосфатов в смеси с поваренной солью сок практически не выделяется. Различные фосфаты могут по-разному влиять на фарш из разных видов рыб. Мороженое мясо мелкого тунца для увеличения выхода перед варкой подвергают обработке обезвоженным триполифосфатом или ортофосфатом натрия, в то время как добавка триполифосфата натрия к фаршу из мороженой трески не влияет на его свойства [31,111]. Фосфаты вносят в фарш сразу после измельчения в количестве до 1% от массы рыбного фарша [151].

Из рыбного фарша вырабатывается широкий ассортимент разнообразных фар-шевых изделий: рыбные котлеты, тефтели, биточки (полуфабрикаты и готовые изделия), пасты, паштеты, колбасы, сосиски и т. д. Технология их приготовления аналогична технологии приготовления мясных колбас, сосисок, полуфабрикатов. Рецептуры популярных рыбных фаршевых изделий приведены в Приложении 4.

Вкусовые качества, консистенция и внешний вид продуктов из рыбного фарша значительно улучшаются, когда в фарш добавляют полифосфаты в количестве 1-2% от массы мяса рыбы. Полифосфаты используют при изготовлении жареных рыбных сосисок, рыбных сарделек, копченой рыбной колбасы, деликатесных рыбных палочек, паштета из копченой рыбы и других кулинарных рыбных продуктов [170]. При этом для получения рыбопродуктов с хорошей консистенцией необходимо вводить добавки в определенной последовательности: сначала воду, затем фосфат и только после этого поваренную соль [111].

***Таблица 51.* Влияние добавок триполифосфата натрия и поваренной соли на влагосвязывание рыбного фарша [24]**

Добавки	Количество, % к массе фарша	Количество сока, отделившегося при центрифугировании фарша из мяса свежей рыбы, мл на 100 г фарша					
		карп			линь		
		Добавки внесены в фарш					
		до замораживания		после замораживания	до замораживания		после замораживания
		свежий	мороженый		свежий	мороженый	
Без добавок	—	14,9	18,5	—	27,9	33,2	—
Триполифосфат натрия	0,5	4,3	4,4	5,3	18,6	18,4	17,7
Пирофосфат натрия	0,5	3,9	4,9	3,6	17,8	17,5	18,0
Поваренная соль	1,0	0,7	2,5	0,4	1,4	2,3	1,5
Триполифосфат натрия	0,5	0,1	0,4	—	1,4	1,5	0,5
Поваренная соль	1,0						
Пирофосфат натрия	0.5	—	0,2	—	0,3	1,5	0,5
Поваренная соль	1,0						

В рыбных фаршах и рыбных рубленых полуфабрикатах волокна крайне чувствительны и хрупки. Защитная соединительная ткань разрушена, что сопровождается ухудшением текстуры и снижением влагосвязывающей способности. Компенсировать эти недостатки можно с помощью гидроколлоидов: крахмалов, каррагинанов, конжаковой камеди, КМЦ.

Крахмалы, нативные и модифицированные, добавляют к рыбному фаршу для увеличения прочности, снижения себестоимости, улучшения стойкости к циклам замораживания-оттаивания, а также для улучшения текстуры геля. Дозировка крахмалов в рыбные продукты на основе сурими обычно составляет 4-12% [185]. Резиноподобность вареных и жареных продуктов на основе сурими можно уменьшить добавкой крахмалов, особенно гидрокиспропилированного сшитого крахмала из восковой кукурузы Е1442 [185].

Использование каррагинана в производстве формованных фаршевых рыбных полуфабрикатов, в том числе из сурими, позволяет повысить влагосвязывающую способность, улучшить формуемость и нарезаемость [185]. Для получения более нежной и сочной структуры полуфабрикатов в фарш рекомендуется добавлять воду (до 30%) и каррагинан (0,5%), при этом дозировка поваренной соли — 1,5% [21]. Каррагинан можно вносить в фарш как в сухом виде, так и в виде рассола.

В производстве изделий из сурими часто используют конжаковую муку Е4251 [185]. 1 кг конжаковой муки смешивают с 30-40 кг воды и 20-40 г гидроксида натрия и выдерживают смесь в течение 12 часов на холоде, а затем в

течение 2-4 часов при комнатной температуре. Щелочь нейтрализует ацетильные группы гидроколлоида, в результате он приобретает способность образования прочного геля [168,185]. Добавка к сурими 5% конжака увеличивает напряжение сдвига в 10 раз [185].

КМЦ позволяет увеличить выход фаршевых рыбных полуфабрикатов дополнительной добавкой воды к фаршу, снижает потери при оттаивании замороженных полуфабрикатов, позволяет снижать расход масла при обжаривании во фритюре [201]. Рекомендуется использовать марки КМЦ средней и высокой вязкости в дозировке 0,4-0,8 кг на 100 кг сырья [201]. КМЦ можно вносить в фарш в виде порошка при тщательном перемешивании. Важно помнить, что эффект от внесения КМЦ проявляется только через несколько часов после внесения.

Увеличить прочность фарша сурими и продуктов из него можно добавкой фермента трансглютаминазы [185]. Фермент добавляют непосредственно в фарш. Ни фосфаты, ни соль не влияют на упрочнение фарша. Трансглютаминазу обычно предварительно смешивают с водой до получения суспензии и смешивают фарш с этой суспензией. Полученную смесь формуют или наполняют ею оболочку и выдерживают в течение не менее 4-6 часов (если возможно, оставляют на ночь) при температуре около О °С.

В производстве заливных из рыбы и морепродуктов используется желирующий раствор (ланспиг). Его варят из пищевых рыбных отходов (голов, плавников, хребтовых костей и др.) с добавлением специй, пряных трав и других вкусовых компонентов [29]. Желирующим веществом ланспига является желатин, который экстрагируется из рыбных отходов при варке. Используя товарный желатин, можно отказаться от длительной и трудоемкой стадии варки ланспига. Для производства заливных из рыбы и морепродуктов рекомендуется использовать марки желатина со средней и высокой вязкостью и достаточно высокой прочностью — 250-280 блум [200]. Рекомендуемая дозировка обычно составляет 3,5-7% и зависит от прочности студня используемого желатина и желаемой текстуры заливного. Приготовление ланспига с использованием товарного желатина включает стадию растворения желатина (сначала расчетное количество желатина замачивают примерно в пятой части рецептурной воды комнатной температуры в течение 20-40 мин для набухания, а затем разогревают до температуры 65-70 °С), раствор желатина медленно вливают в оставшуюся рецептурную теплую воду и хорошо перемешивают. В эту же воду добавляют другие рецептурные компоненты.

В рецептуры многих рыбных кулинарных изделий входят пряности, которые можно заменять экстрактами так же, как при производстве рыбных консервов и пресервов. Для внесения экстрактов в рыбные кулинарные изделия сначала смешивают их с рецептурными сахаром-песком, поваренной солью, крахмалом и другими сухими компонентами, а затем вносят полученные смеси в продукт.

Основными технологическими операциями в производстве жареной рыбы

являются следующие: размораживание рыбы, разделка, мойка, вкусовой посол, панировка полуфабриката, обжаривание, охлаждение, хранение [29]. Процесс обжарки сопровождается испарением влаги из рыбы, что ведет к потере массы кусков. Снизить потери можно добавкой к рыбе на стадии посола влагосвязывающих добавок, например фосфатов, каррагинанов. Добавка определенных видов модифицированных крахмалов к жидким панировочным смесям позволяет контролировать вязкость этих смесей, впитывание масла, равномерность покрытия и его адгезию [106]. Высокоамилозные крахмалы, добавленные в жидкие панировочные смеси, способствуют образованию прочной гладкой пленки на поверхности жареного продукта. При этом увеличивается срок хранения, уменьшается скорость поглощения влаги и замедляется затвердевание панировки при хранении [106]. Через 15 минут стандартная панировка для рыбы на основе пшеничной муки полностью теряет свою хрустящую консистенцию, а панировки, в которые добавлены специальные крахмалы, остаются хрустящими даже через полчаса [106].

Под действием высокой температуры в масле, в котором обжаривают рыбу, протекают процессы гидролиза и окисления, в результате которых масло приобретает коричневую окраску, горький вкус и неприятный запах. При этом темные от природы масла (соевое, подсолнечное) темнеют быстрее, чем светлые (оливковое, арахисовое, кукурузное) [29]. Кислотное число (КЧ) обжарочного масла не должно превышать 4-5 мг КОН/г. Масло с КЧ 6-8 еще не вызывает заметного ухудшения органолептических свойств жареной рыбы, но при значении КЧ 9-10 появляется отчетливая горечь в поверхностных слоях продукта [29]. Ухудшение качества масла в обжарочной печи усиливается в результате воздействия кислорода воздуха, а также из-за присутствия влаги, белков и углеводов, попадающих в масло из обжариваемой рыбы. По мере увеличения кратности использования масла качество новых порций обжаренной рыбы ухудшается: она приобретает грязно-коричневую окраску, привкус и запах прогорклого жира. Сохранению качества масла способствует повышение коэффициента его сменяемости, но это ведет к удорожанию продукта. Другим путем замедления процессов окисления масла для жарки является использование антиокислителей. В РФ в жиры и масла для жарения в качестве антиокислителей разрешено добавлять аноксомер Е323 в количестве до 5 г/кг [37, п. 3.4.1], галлаты: пропилгаллат Е310, октилгаллат Е311, додецилгаллат Е312 по отдельности или в комбинации в количестве до 200мг/кг [37, п. 3.4.4]. Антиокислители рекомендуется добавлять в масло для жарки в виде растворов в растительном масле (Приложение 2). После добавления раствора антиокислителя масло необходимо тщательно перемешать: рекомендуется небольшая скорость мешалки в течение 5-10 минут, при отсутствии мешалки допускается использование весла.

Для получения рыбных аналогов, производства рыбных продуктов из менее ценного сырья в рыбоперерабатывающей промышленности используют пищевые красители.

Для получения красного окрашивания кусочков рыбы тресковых пород (трески, сайды, пикши), из которых производят рыбопродукты «под лосося», рекомендуется использовать те же красители, что и для подкрашивания лососевых пород (см. раздел 3.2), но в более высокой дозировке. Технология окрашивания та же.

Для окрашивания икры мойвы, щуки, трески, сельди и т. д. в черный цвет используют смесевой синтетический краситель специального состава. Готовят его водно-солевой раствор (концентрация красителя 1%) и выдерживают в нем икру. Время выдержки определяют по результатам опытной выработки.

Пищевые красители применяют также для подкрашивания продукта из тресковых под названием «крабовые палочки», «крабовая вермишель» и т. п. Водорастворимые красители (понсо 4К, желтый «солнечный закат», водорастворимые формы каротиноидов и т. д.) подходят для таких продуктов не всегда, потому что мигрируют при хранении на поверхность. Лучше для этой цели использовать ферментированный рис или лаковые формы красителей.

В производстве аналогов черной и красной икры, производимых на основе рыбных бульонов, используют желеобразователи, красители и консерванты. В качестве желеобразователей обычно применяют желатин, но можно использовать и другие желеобразователи, например агар. Агаровый гель, в отличие от желатинового, не плавится при комнатной температуре даже жарким летом, и икринки благодаря этому сохраняют форму. Текстуру агарового геля можно менять добавкой других гидроколлоидов, например КМЦ.

Для окрашивания аналогов красной икры используют те же красители, что и для окрашивания рыбы «под лосося». Концентрированный раствор красителей (Приложение 2) добавляют в бульон в конце варки перед технологической операцией формирования икринок. Таким же образом окрашивают аналоги черной икры смесевым синтетическим красителем специального состава. Гораздо реже практикуется окрашивание аналогов черной икры комплексом танинов (обычно в виде чайного экстракта) с хлоридом железа (III) [33].

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Классификация, вопросы безопасности и общие рекомендации по выбору пищевых добавок

История применения пищевых добавок насчитывает тысячелетия. Поваренную соль и коптильный дым люди стали применять со времен Неолита, уксусом пользовались древние египтяне, а в Древнем Риме стабилизировали вина сернистой кислотой. Вместе с ростом пищевого производства расширялся ассортимент применяемых пищевых добавок.

В соответствии с Федеральным законом № 29-ФЗ от 02.01.2000 г. и СанПиН 2.3.2.1293-03 «Пищевые добавки — это природные или искусственные вещества и их соединения, специально вводимые в пищевые продукты в процессе их изготовления в целях придания пищевым продуктам определенных свойств и/или сохранения качества пищевого продукта». Ранее в директиве Совета ЕЭС № 89/107 от 21.12.1988 г. (статья 1.2) было дано следующее определение пищевой добавки: «...любое вещество, обычно не употребляемое в питании как пищевой продукт или как специфический ингредиент, обладающее или не обладающее пищевой ценностью, при целенаправленном добавлении которого в пищевые продукты в соответствии с технологией изготовления, переработки, приготовления, обработки, упаковки, транспортирования или хранения данное вещество или его производные фактически или продолжительно становятся прямо или косвенно компонентом этих пищевых продуктов».

Классификация

В XX в. масштабы распространения пищевых добавок стали так велики, что потребовали их классификации. В качестве критерия были выбраны технологические функции. В соответствии с выполняемой технологической функцией добавка относится к тому или иному технологическому классу. Так, например, тартразин окрашивает пищевые продукты, следовательно, он принадлежит к классу красителей. В то же время такое деление достаточно условно. В частности, сернистая кислота проявляет консервирующие свойства и предотвращает окисление, т. е. ее можно отнести и к консервантам, и к антиокислителям. Более того, есть добавки, выполняющие три, четыре и даже восемь функций.

Это связано с тем, что строгое разграничение самих функций не всегда возможно. Например, загуститель при определенных условиях может стать гелеобразователем; как правило, тесно связаны эмульгирующие и стабилизирующие функции. Что касается стабилизаторов, то это особый класс пищевых добавок, включающий в себя целый ряд подклассов: загустители, гелеобразователи, уплотнители, влагоудерживающие агенты, стабилизаторы пены, стабилизаторы замутнения.

На сегодня выделяют до 45 технологических классов пищевых добавок [123,161, 171], 23 из них — основные. Такое многообразие классов добавок требует еще одного уровня классификации. Добавки делят на следующие группы:

- вещества, изменяющие цвет продуктов;
- вещества, улучшающие аромат и вкус продуктов;
- вещества, регулирующие консистенцию;
- вещества, способствующие увеличению сроков годности пищевых продуктов;
- вещества, ускоряющие и облегчающие ведение технологических процессов, технологические добавки;
- вспомогательные материалы.

Вещества, улучшающие цвет, аромат и вкус продуктов. Цвет, аромат и вкус пищевого продукта являются главными критериями выбора его потребителем. От каждого продукта потребитель ожидает аппетитного внешнего вида, а также привычного приятного вкуса и аромата. Люди веками улучшали внешний вид, аромат и вкус своей пищи, добавляя к ней соль, уксус, пряности и т. д., но только с развитием высокотехнологичного промышленного производства пищевых продуктов появилась необходимость добавлять к ним вещества, улучшающие цвет, аромат и вкус, извне. Цвето-, аромато- и вкусообразующие вещества, естественным образом содержащиеся в пищевом сырье, весьма нестойки. В жестких условиях промышленной переработки и при длительном хранении они часто улетучиваются и разрушаются. Поэтому требуется добавлять в продукт эти или аналогичные вещества извне. Кроме того, начиная с конца XIX в., особенно во второй половине XX в., появились такие пищевые продукты, для успешной реализации которых требуется придавать им привлекательный вид, аромат, цветовое и вкусовое разнообразие, — например соевые продукты. Этим приемом успешно пользуются и для расширения ассортимента традиционных

продовольственных товаров, например кондитерских кремов или алкогольных напитков.

Вещества, регулирующие консистенцию продуктов. Одной из важных характеристик пищевого продукта наряду с цветом, ароматом и вкусом является его консистенция. Продукты часто представляют собой коллоидные системы: эмульсии, пены, суспензии, гели. Для их создания необходимы вещества с определенными свойствами: поверхностно-активными, загущающими, желирующими.

Вещества, способствующие увеличению сроков годности. С тех пор, как человек перешел к оседлому образу жизни, у него появилась потребность сохранять продукты питания. Сначала он это делал с помощью огня и дыма, потом стал использовать соль, уксус. Сейчас арсенал веществ, способствующих увеличению сроков годности пищевых продуктов, включает такие большие классы пищевых добавок, как консерванты, антиокислители, стабилизаторы, влагоудерживающие агенты и т. д.

Эти вещества защищают продукты от самых разных видов порчи: микробиологической, окислительной, от изменения консистенции и физико-химических свойств, ухудшения органолептических характеристик, потери питательной ценности.

Вещества, ускоряющие и облегчающие ведение технологических процессов, технологические добавки. Эти вещества добавляются к продукту в процессе его производства для достижения определенных технологических целей: ускорения технологического процесса, облегчения его ведения, часто без них осуществление процесса вообще невозможно. Они не удаляются из продукта и остаются в нем до его употребления в пищу. Технологические добавки, удаляемые из продукта в процессе производства, называют вспомогательными материалами. Остаточные количества их в готовом продукте нормируются.

Метаболизм

Обмен веществ, или метаболизм, как процесс — это совокупность химических реакций в организме, которые обеспечивают его веществами и энергией, необходимыми для жизнедеятельности. Процесс метаболизма состоит из двух этапов. Первый из них — это переваривание (химические изменения, приводящие поступившие с пищей вещества к состоянию, в котором они могут проникнуть во внутреннюю среду организма) и всасывание. Второй этап — это превращения, которым подвергаются всосавшиеся вещества в толще слизистой тонкого кишечника или после транспортировки их в ткани. Часто именно этот этап называют метаболизмом.

Концепция рационального питания, одобренная экспертами ФАО/ВОЗ, предполагает необходимость поступления в организм человека определенного перечня компонентов пищи [142,149]. *Среди них имеются те органические соединения и минеральные вещества, которые прямо или в преобразованном*

виде относятся к разрешенным к применению в пищевой промышленности РФ пищевым добавкам, их более 250. Более 200 пищевых добавок являются непосредственными участниками обменных процессов, субстратами и регуляторами метаболизма. Это аминокислоты, олигопептиды, белки, витамины и производные соединения, эфиры глицерина, фосфатиды и жирные кислоты, полностью или частично усвояемые красители, простые и сложные углеводы, минералы. Остальные пищевые добавки не принимают активного участия в процессе метаболизма. Большая часть их выводится из организма после окисления, восстановления, гидролиза и конъюгации.

Хорошо известно, что сладкого хочется при различного рода стрессовых состояниях и, как это достоверно показано в последних работах Шиффмана, это «безобидное» желание провоцирует диабет и ожирение у лиц, генетически склонных к этой патологии. Очень интересны с этой точки зрения интенсивные подсластители и сахарозаменители Е420, 421, 950-960, 965-967. В качестве примера остановимся на метаболической судьбе аминокислот, входящих в состав аспартама. Аспартам представляет собой дипептид фенилаланина и аспарагиновой кислоты. Фенилаланин — незаменимая аминокислота, суточная потребность в которой человека для нее составляет 2-4 г [160]. Простые расчеты показывают, что стакан напитка, подслащенного аспартамом, может содержать около 60 мг фенилаланина. Может ли такое количество аминокислоты принести вред организму здорового человека? Больному наследственной фенилкетонурией (в Европе 1 на 12 000 человек) — да. Параллельно с критикой подсластителей появляется все больше положительных примеров использования их в продуктах, предназначенных для коррекции питания больных диабетом, ожирением, кариесом. Отличительным свойством при этом является отсутствие реакции инсулина на пищевые добавки Е951, Е952, Е954, Е957 и др. Сахарозаменители-полиспирты медленно всасываются в тонком кишечнике. В толстом кишечнике они расщепляются ферментами, затем усваиваются инсулинонезависимо с выделением 2,4 ккал/г. Большие дозы (однократная — выше 20 г, дневная доза — 50 г) могут вызывать понос и вздутие живота. Фруктоза усваивается с выделением 3,8 ккал/г. Как свидетельствуют многолетние наблюдения и исследования, все интенсивные подсластители способствуют профилактике кариеса зубов. Саха-розаменители обладают очень слабым кариогенным действием или вообще не вызывают кариеса.

Имеется большое количество работ, где показана активная роль высокомолекулярных полисахаридов непосредственно в процессах переваривания пищи в тонком кишечнике. Хотя эта тема уже хорошо исследована и пищевые волокна давно признаны незаменимой частью пищи, следует подчеркнуть их способность не только выводить «шлаки», но и регулировать более тонкие процессы пищеварения. Так, в опытах на животных установлено, что гуаровая камедь (Е412) ускоряет транзит пищи, снижает вязкость содержимого

кишечника, изменяет активность сахаразы в зависимости от структуры кишечника. Пектин (Е440) и метилцеллюлоза (Е461) снижают уровень гликирования гемоглобина (неферментативного присоединения глюкозы) и уровень глюкозы после приема пищи, что, безусловно, оптимизирует питание при риске ожирения и диабета. Введение мальтодекстринов в пищу, богатую белками, приводит к задержке аминокислот в кишечнике и снижает синтез мочевины в печени, что может изменять пищевую ценность белков пищи. Мясные продукты поставляют в организм соединения, являющиеся источниками образования желчных кислот, нитрозаминов, а также избыточное количество ионов натрия. Снижению их количества способствуют вводимые в рецептуры мясных изделий пищевые волокна, которые благодаря катионообменным свойствам выводят эти вещества из организма.

Все загустители и желеобразователи, разрешенные для применения в пищевых продуктах, встречаются в природе. Пектины и желатин являются природными компонентами регулярно употребляемых пищевых продуктов: овощей, фруктов, мясных продуктов.

Почти все загустители и желеобразователи, за исключением крахмалов и желатина, являются растворимыми балластными веществами. Они не всасываются и не перевариваются. В количестве 4-5 г за один прием для человека они, как правило, являются легким слабительным. Геллановая камедь (Е418) увеличивает объем стула и улучшает проходимость кишечника. Каррагинаны (Е407) и пектины (Е440) могут уменьшать степень и скорость всасывания других составляющих пищевых продуктов, например холестерина. Пектин, особенно низкометоксилированный, обладает высокой комплексообразующей способностью, благодаря чему помогает выведению из организма тяжелых металлов и радионуклидов. Рекомендуемое суточное потребление пектиновых веществ в рационе взрослого здорового человека составляет 5-6 г.

Нативный крахмал является питательным веществом, он полностью усваивается после растворения, нерастворенный крахмал практически не усваивается. Модифицированные крахмалы (Е1400-1451) расщепляются и усваиваются как нативный крахмал, некоторые — быстрее. Крахмалы, обработанные эпихлоргидрином, не считаются пригодными для пищевого производства, поскольку контакт с токсичным и канцерогенным эпихлоргидрином опасен для здоровья.

Желатин является съедобным белком, поэтому может считаться пищевым продуктом. Из-за отсутствия эссенциальной аминокислоты триптофана собственная пищевая ценность этого белка низкая, однако желатин может увеличивать пищевую ценность других белков, например белков мяса — с 92 до 99 %.

Среди пищевых добавок, применяемых в промышленности, кроме субстратов пластического и энергетического обмена — белков, жиров, углеводов, органических кислот — имеются и потенциальные коферменты, или простетические группы, — витамины и витаминоподобные вещества (Е101, Е160а, Е300-309, Е375), макро-и микроэлементы (соли Са, Mg, Na, К, Fe). Все они являются незаменимыми пищевыми элементами, имеющими большое значение для обеспечения нормальной жизнедеятельности организма.

Особый интерес среди пищевых добавок как компонентов пищи представляют добавки, оказывающие влияние на цвет, вкус и аромат продукта: ароматизаторы, усилители (модификаторы) вкуса и аромата, красители, стабилизаторы окраски. Биологическое значение этих характеристик пищевого продукта заключается не только в определении его органолептических свойств. Зрительное восприятие, вкусовые и обонятельные ощущения непосредственно влияют на секрецию пищеварительных желез. При этом изменяются не только скорость выделения и количество выделяемых ими компонентов, но и их состав — в результате меняется процесс переваривания и усвоения пищи. В связи с этим заслуживает внимания проблема использования нитритов для стабилизации окраски мясных продуктов. Потребление продуктов с высоким уровнем содержания нитритов может вызвать в организме человека связывание гемоглобина крови, а это ухудшает снабжение органов и систем кислородом. Кроме того, нитрит образует нитрозамины, являющиеся канцерогенами. Мясопродукты — далеко не единственный и не главный источник нитрозаминов, они образуются в организме из нитритов, содержащихся в овощах, рыбе, воде, причем доля нитритов, потребляемых с мясными продуктами, составляет 15% от общего их количества, содержащихся в средней диете. Кроме того, нитриты образуются эндогенно в слюне, а также под воздействием кишечной микрофлоры.

Натуральные пищевые красители не только безопасны в рекомендуемых дозировках, но и обладают рядом полезных свойств. Куркумин (Е100) обладает антиоксидантным и антимутагенным действием, рибофлавин (Е101) является витамином B_2. Каротиноидные пищевые красители (Е160), прежде всего β-каротин (Е160а), при регулярном применении проявляют статистически значимую антиканцерогенную активность. По рекомендациям Института питания РАМН, среднесуточное потребление β-каротина должно составлять 5-6 мг.

Ряд эфирных масел и растительных экстрактов обладают бактерицидным действием: чесночное, цитрусовые масла, эфирное масло хрена и т. д. [83]. Розмариновое и шалфейное эфирные масла, а также экстракты черного перца и гвоздики проявляют антиоксидантную активность[82].

Ученые-гигиенисты считают наиболее значительным потенциальным источником вреда в пищевых продуктах их микробное заражение. Опасны как сами микроорганизмы, так и продуцируемые ими токсины. Накапливаясь в

организме человека, они могут вызывать острые отравления, в том числе с летальным исходом (ботулизм, сальмонеллез, стафилококковая интоксикация и др.), и тяжелые заболевания, затрагивающие самые разные органы и системы. Поэтому, с точки зрения профилактики заболеваний, рациональное применение консервантов, прошедших серьезную токсикологическую проверку, является меньшим риском, чем отказ от них. Многие из консервантов обнаружены в природе. Сорбиновая (2,4-гексадиеновая) кислота встречается в ягодах рябины (Sorbus aucuparia), *бензойная — в ягодах брусники* (Vaccinium vitis-idaea), *черники* (Vaccinium myrtillus L.), *в меде, кислом молоке, йогурте и сыре. Молочная и уксусная кислоты образуются в результате молочно- или уксуснокислого брожения в винах, кисломолочных продуктах и квашеных овощах; низин продуцируется бактериями вида* Streptococcus lactis *и встречается во всех кисломолочных продуктах. Для промышленного использования эти консерванты получают синтетически, но они полностью идентичны натуральным.*

Окисление, которому подвергаются пищевые продукты в процессе получения, переработки и хранения, приводит к накоплению в них перекисных соединений. Перекиси, попадая вместе с пищей в организм человека, ускоряют протекание в нем процессов окисления, т. е. развитие болезней «оксидативного стресса» (сердечнососудистых, бронхолегочных, онкологических). Кроме того, перекиси постепенно превращаются во вторичные продукты окисления: альдегиды, кетоны, кислоты, являющиеся высокотоксичиыми веществами, способными вызвать тяжелые интоксикации. Таким образом, предотвращение и замедление процессов окисления в продуктах питания исключительно важно с медицинской точки зрения. Установлено, что антиоксиданты, попадая в организм животных, усиливают выработку в печени ферментов, обеспечивающих деинтоксикацию [58]. Однозначных данных о влиянии природных антиоксидантов на людей пока получить не удалось, в частности из-за того, что пища человека очень разнообразна и содержит десятки различных антиоксидантов. В настоящее время механизм антиокислителыюго действия исследуется на клеточном уровне: методами геномики изучают распределение антиоксидантов по отдельным клеткам организма и их дальнейшую трансформацию, абсорбцию и выделение [58]. Пока научные данные не позволяют говорить об обоснованных уровнях потребеления антиоксидантов, но однозначно можно рекомендовать употреблять как можно больше пищи, содержащей природные антиоксиданты [58].

Таким образом, пищевые добавки являются неизбежным экзогенным фактором, участвующим в процессах перспективной адаптации сложного организма человека к окружающей среде.

Контроль токсикологической безопасности пищевых добавок

Пищевые добавки можно использовать в производстве продуктов питания только в том случае, если они разрешены органами здравоохранения для такого

применения [37, 102, 119]. А это возможно только после тщательной токсикологической оценки каждой добавки. При токсикологической оценке пищевых добавок исследуются:

- острая токсичность;
- метаболизм и токсикокинетика;
- мутагенность (способность вызывать в организме наследственные изменения);
- тератогенность (способность вызывать аномалии в развитии плода);
- репродуктивная токсичность (влияние на способность к воспроизведению потомства);
- субхроническая токсичность;
- хроническая токсичность;
- канцерогенность (способность вызывать раковые опухоли);
- аллергенность [88].

Самым надежным способом проверки опасности пищевой добавки были бы непосредственные испытания на человеке. По известным соображениям, они возможны только по окончании успешного исследования на подопытных животных и только в ограниченном объеме.

Вопросами исследования и оценки токсикологической опасности пищевых добавок занимается специальный комитет экспертов, созданный при Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН и Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ) — Объединенный комитет экспертов по пищевым добавкам (JECFA). Комитет организует исследования добавок в авторитетных лабораториях и испытательных центрах по всему миру, анализирует и перерабатывает полученную информацию. Результатом является выдача рекомендаций по разрешению или запрещению пищевой добавки, а также определение для разрешенных добавок рекомендуемой величины допустимого суточного поступления (ДСП = ADI — acceptable daily intake). ДСП — это количество вещества, выражаемое в мг на 1 кг массы тела в сутки, ежедневное поступление которого в организм в течение всей жизни не оказывает негативного влияния на здоровье человека. ДСП равно количеству пищевой добавки, которое не оказывает токсического действия в опытах по хронической токсичности, деленному на коэффициент безопасности. Этот коэффициент обычно равен 100. Он учитывает риск перенесения результатов опытов с животными на человека, особенности метаболизма различных экспериментальных животных, возможный синергизм пищевых добавок при одновременном использовании, особенности метаболизма различных групп людей (дети, беременные, больные и т. д.), вариации индивидуального потребления. Фактическое потребление пищевых добавок обычно значительно ниже ДСП. Расчеты показывают, что потребление, например, сорбиновой кислоты составляет 1-10% от ДСП.

Переход от ДСП к концентрациям, разрешенным в продуктах питания, сложен. В то же время это значение является базисом, на основе которого рассчитываются величины максимально разрешенных количеств пищевых добавок в конкретных пищевых продуктах. Для России эти величины рассчитаны и

приведены в документе «Гигиенические требования по применению пищевых добавок» СанПиН 2.3.1293-03.

В заключение следует сказать, что из-за того, что к природным составляющим пищевых продуктов традиционно проявляли и проявляют несравнимо меньший интерес, чем к пищевым добавкам, сложилась парадоксальная ситуация: токсичность пищевых добавок изучена лучше, чем токсичность многих натуральных компонентов продуктов питания.

Общие рекомендации по выбору пищевых добавок

Выбор пищевых добавок включает оценку как технологических, так и экономических аспектов, поэтому технологи должны аргументировать выбор конкретной пищевой добавки сотрудникам отдела снабжения.

Выбирая пищевую добавку, технолог должен знать о ней следующее:

- обеспечивает ли добавка те свойства продукта, которые ожидаются от ее применения;
- соблюдение каких показателей добавки является принципиально важным для вашего производства и каков допустимый интервал варьирования этих показателей, а также представлять себе проблемы, которые могут возникнуть на вашем производстве при выходе из этого интервала;
- каковы условия и сроки хранения добавки, а также могут ли они быть обеспечены на вашем предприятии;
- какова оптимальная дозировка добавки и ее расход на смену, неделю, месяц, год;
- какими документами сопровождается поставка и соответствуют ли они требованиям, предъявляемым к документальному сопровождению пищевых добавок.

Желательно перед закупкой новой добавки, а также при смене поставщика, посетить его и ознакомиться с его производством, лабораторией и системой контроля качества.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ ПОПУЛЯРНЫХ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СИНТЕТИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ [125]

Рекомендуемая концентрация растворов --1%. Для приготовления раствора отвешивают 10,0 ± 0,2 г сухого красителя и растворяют его при перемешивании в 0,5 л питьевой воды [91]. Воду рекомендуется подогреть до 60-80 °C, при работе с синими красителями — до 90-100 °C. Ионы кальция и магния, содержащиеся в жесткой воде, могут давать осадки с красителями (лаки), поэтому при приготовлении растворов красителей во избежание помутнений рекомендуется использовать умягченную воду. После полного растворения красителя (5-10 минут) в полученный раствор при перемешивании добавляют 0,49 л воды и после охлаждения раствора до 20-40 ^{0}C фильтруют его через слой белой хлопчатобумажной ткани (бязи). В 10 г такого раствора содержится 0,1 г красителя.

Растворы пищевых красителей хранят в темном месте при температуре 15-25 ^{0}C. Срок хранения в обычных условиях пищевого производства не должен

превышать двух-трех суток.

Срок хранения растворов красителей можно увеличить с помощью консервантов — бензоата натрия или сорбата калия. В этом случае для приготовления раствора красителя используют 840 мл воды. В одной половине оставшейся воды (75 мл) растворяют 0,8 г консерванта, а в оставшихся 75 мл — 0,4 г лимонной кислоты. Затем в раствор красителя вливают сначала раствор консерванта, а затем раствор лимонной кислоты и тщательно перемешивают. Нельзя смешивать растворы консерванта и лимонной кислоты перед добавлением к красителю, так как образующаяся в результате бензойная или сорбиновая кислота может выпасть в осадок.

Приготовление растворов эфирных масел в растительном масле [125]

Нужное количество эфирного масла отмеривают мерным цилиндром или градуированной пипеткой и добавляют к 1 л дезодорированного растительного масла, налитого в трехлитровую емкость с крышкой. Растительное масло можно подогреть до 40-50 ^{0}С. Цилиндр после отмеривания эфирного масла ополаскивают растительным маслом, которое затем также выливают в емкость. После этого ее содержимое доводят растительным маслом до массы 2,0 кг (2,22 л). Смесь тщательно перемешивают. Необходимые количества эфирного масла для приготовления растворов разных концентраций приведены в табл. 52.

***Таблица 52.* Расход эфирного масла для приготовления растворов различных концентраций**

Расход эфирного масла на 2 кг масляного раствора, мл	22,2	44,4	111,0	222,0
Количество эфирного масла в 1 г раствора, мг	10	20	50	100

Подготовленный таким образом раствор эфирного масла можно хранить в темном месте в плотно закрытой емкости при температуре 5-15 °С. Срок хранения не должен превышать 1 мес.

Каждая емкость с раствором должна быть снабжена этикеткой, содержащей наименование эфирного масла, состав раствора и дату приготовления.

Приготовление дисперсий экстрактов в растительном масле

Нужное количество экстракта, предварительно взболтав, отвешивают на весах в точностью ±0,2 г и приливают к нему дезодорированное растительное масло, доводя массу до 1 кг. Растительное масло можно подогреть до 40-50 ^{0}С. Смесь тщательно перемешивают. Подготовленную таким образом дисперсию экстракта можно хранить в темном месте в плотно закрытой емкости при температуре 5-15 °С. Срок хранения не должен превышать 1 месяца. Перед употреблением содержимое емкости необходимо тщательно перемешивать или взбалтывать.

Каждая емкость с дисперсией должна быть снабжена этикеткой, содержащей наименование экстракта, состав дисперсии и дату приготовления.

Приготовление водных растворов консервантов [125]

Необходимые количества консервантов и воды для приготовления растворов приведены в табл. 53.

Таблица 53. **Количества консервантов и воды, необходимые для приготовления** ***растворов разных концентраций***

Консервант	Концентрация раствора, %	Количество на 10 л раствора			Содержание в 1 л раствора, г	
		сорбата калия, кг	бензоата натрия, кг	воды, л	сорбата калия	бензоата натрия
Сорбат калия	5	0,51	–	9,65	51	–
	10	1,03	–	9,30	103	–
	20	2,13	–	8,53	213	–
	30	3,30	–	7,79	330	–
	40	4,51	–	6,76	451	–
Бензоат натрия	5	–	0,51	9,81	–	51
	10	–	1,06	9,53	–	106
	20	–	2,19	8,75	–	219
	25	–	2,78	8,33	–	278
Смесь бензоата натрия и сорбата калия	5	0,26	0,26	9,73	25,4	25,4
	10	0,52	0,52	9,41	52,0	52,0
	20	1,08	1,08	8,61	108,0	108,0

Нужное количество консерванта растворяют приблизительно в половине требуемого объема питьевой воды [91], нагретой до 50-80 °С. После полного растворения соли в полученный раствор добавляют оставшуюся воду и тщательно перемешивают. Рекомендуется отфильтровать раствор через слой хлопчатобумажной ткани (бязи).

Если консервант растворен в жесткой воде, то раствор может быть слегка мутным, но это не влияет на его консервирующее действие. К растворам не следует добавлять лимонную и другие кислоты, так как это может привести к выпадению осадка малорастворимых в воде сорбиновой или бензойной кислот.

Растворы консервантов имеют ограниченный срок хранения. В идеале они должны быть свежеприготовленными. Рекомендуется готовить их не реже одного раза в смену. Емкость, в которой хранится раствор, должна быть снабжена этикеткой. На этикетке указывают наименование вещества, его концентрацию и время приготовления раствора.

Приготовление масляных растворов жирорастворимых антиокислителей

Если используется кристаллический антиокислитель, то растворение проводят в три этапа. Сначала часть жира (примерно 1-2 кг), предназначенного для обработки антиокислителем, помещают в десятилитровый бак из нержавеющей стали или белой жести либо в эмалированный. Нужное количество

антиокислителя отвешивают с погрешностью не более 2% и добавляют к жиру, подогретому до температуры не ниже 70 °С. Антиоксидант растворяют в жире при тщательном перемешивании (достаточно интенсивном, но исключающем попадание в продукт воздуха) до полного исчезновения кристаллов антиокислителя. На втором этапе к полученному раствору добавляют, тщательно перемешивая, еще 3-5 кг жира с температурой 70 °С. Наконец раствор, полученный на втором этапе, вливают тонкой струйкой в емкость с обрабатываемым жиром, имеющим температуру не ниже 70 °С. При этом жир тщательно перемешивают деревянным веслом. Бак, в котором готовили раствор, ополаскивают обрабатываемым жиром. После добавления антиокислителя жир перемешивают в течение 5-10 минут, затем охлаждают и сливают в тару или накопительные емкости.

При использовании масляных растворов антиокислителей первый этап растворения исключается.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАССОЛА ДЛЯ ШПРИЦЕВАНИЯ

РАСЧЕТ СОСТАВА[168]

Базовая формула для расчета состава рассола для шприцевания выглядит следующим образом:

$$К_р = К_п х В/РР, (1)$$

где $К_р$ — концентрация добавки в рассоле, %;
$К_п$— концентрация добавки в конечном продукте, %;
В — масса конечного продукта, % к мясному сырью;
РР — расход рассола для шприцевания, % к мясному сырью.

Пример расчета

Цельномышечная ветчина производится из 100 кг свинины. Расход рассола для шприцевания на это количество мяса 45 кг. После массирования мясо помещается в водопроницаемую оболочку и подвергается термообработке. Выход продукта после термообработки составляет примерно 135 кг. Соль должна присутствовать в конечном продукте в количестве 18 г на 1 кг (1,8%), фосфаты — 5 г/кг (0,5%), каррагинан — 4 г/кг (0,4%). Для расчета дозировок соли, фосфатов и каррагинана в рассол используем формулу (1).

В = 135; РР = 45; $К_п$ =1,8 для соли, $К_п$ = 0,5 для фосфатов, $К_п$ = 0,4 для каррагинана:

$К_р$ (соли) = 1,8 x 135/ 45 = 5,4%;
$К_р$ (фосфата) = 0,5 x 135/ 45 = 1,5%;
$К_р$ (каррагинана) = 0,4 x 135/ 45 = 1,2%.

Итак, рассол, расходуемый в количестве 45 кг на производство 135 кг ветчины в водопроницаемой оболочке из 100 кг свинины, должен иметь в своем составе: 5,4% поваренной соли, 1,5% фосфатов и 1,2% каррагинана.

Если бы ветчина упаковывалась в водонепроницаемую оболочку, потери влаги при термообработке отсутствовали, и тогда значение В в формуле (1) равнялось бы 145.

Описание процесса

Приготовление рассола должно осуществляться в емкостях из нержавеющей стали, желательно оснащенных лопастной мешалкой. Емкость наполняют 75-80% рецептурного количества холодной воды и при включенной мешалке постепенно вводят:

• белки (соевые, молочные и др.) и крахмалы;

• фосфаты(или цитраты);
• поваренную соль (после полного растворения фосфатов);
• каррагинаны и другие гидроколлоиды;
• нитрит натрия/нитрат натрия/посолочную смесь;
• предварительно смешанные друг с другом специи/экстракты специй, ароматизаторы, глютамат натрия (или другие усилители вкуса и аромата);
• сахар (или глюкозу, лактозу);
• красители;
• эриторбат натрия, ЭДТА, сорбат калия;
• оставшуюся воду (15-20%) в виде снега или льда.

Глютамат натрия можно вносить не со специями, а с сахаром. Каррагинан для предупреждения комкования рекомендуется смешивать перед внесением с солью или сахаром. Водорастворимые красители, эриторбат натрия и сорбат калия рекомендуется вносить в виде водных растворов (Приложение 2), другие красители рекомендуется предварителньо смешать с ароматизаторами или с сахаром. При использовании комплексных добавок порядок введения ингредиентов в рассол может меняться. Следует руководствоваться рекомендациями изготовителя комплексной добавки. В зависимости от времени года соотношение воды, вносимой вначале и в конце (в виде снега/льда) меняется.

Рекомендуется после приготовления рассола, особенно если использован соевый белок, выдержать его в течение 20-30 минут и профильтровать через слой белой хлопчатобумажной ткани (бязи) или через несколько слоев марли.

Температура готового рассола должна быть $4 \pm 2\ ^0C$. Хранить его следует при такой же температуре не более суток.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ПРИМЕРЫ РЕЦЕПТУР ОСНОВНЫХ ВИДОВ МЯСНЫХ И РЫБНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Колбаса вареная русская высшего сорта [10, 133]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		**Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья**	
Говядина жилованная высшего сорта	50	Соль поваренная пищевая	2500
		Нитрит натрия	5,6
Свинина жилованная полужирная	25	Сахар-песок или глюкоза	130
Шпик хребтовый	25	Перец черный или белый молотый	130
ИТОГО	100	Орех мускатный или кардамон молотые	50
		Чеснок свежий очищенный или консервированный	120
		Чеснок сушеный	60

Выход продукта: *109%* от массы несоленого сырья.

Сосиски сливочные высшего сорта [133]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья	
Говядина (молодняк) или телятина жилованная высшего сорта	30	Соль поваренная пищевая	2000
		Нитрит натрия	4,5
Свинина жилованная полужирная	30	Сахар-песок или глюкоза	120
Сливки в пересчете на 20%-ную жирность	40	Перец черный или белый молотый	120
		Перец душистый молотый	80
ИТОГО	100	Орех мускатный или кардамон молотые	40
		Смесь пряностей № 4 вместо сахара и отдельных пряностей	360

Выход продукта: 95% от массы несоленого сырья.

Сардельки свиные высшего сорта [133]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		*Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья*	
Свинина жилованная полужирная	93	Соль поваренная пищевая	2200
Свинина жилованная жирная, щековина или обрезки шпика	7	Нитрит натрия	5,3
		Сахар-песок или глюкоза	100
ИТОГО	100	Перец черный или белый молотый	200
		Кориандр молотый	130
		Смесь пряностей № 5 вместо сахара и отдельных пряностей	460
		Чеснок свежий или консервированный	60

Выход продукта: 115% от массы несоленого сырья.

Сосиски куриные высшего сорта [133]

Сырье несоленое, кг на 100 кг:		Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья:	
Мясо кур, цыплят, цыплят-бройлеров механической обвалки	20	Соль поваренная пищевая	2000
Говядина жилованная, 1 сорта	40	Нитрит натрия	6,7
Свинина жилованная жирная	40	Сахар-песок	100
ИТОГО	100	Перец черный или белый молотый	60

Выход продукта: 110% от массы несоленого сырья.

Сардельки «Кубанские» 1-го сорта [133]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья	
Мясо кусочковое окорочков и грудной части тушек цыплят-бройлеров	28	Соль поваренная пищевая	2000
		Сахар-песок или глюкоза	110
		Кориандр молотый	50
Мясо механической обвалки утиное	60	Чеснок свежий очищенный измельченный	100
Натрия казеинат	1		
Белок соевый	2	Нитрит натрия	4,2
Вода для гидратации соевого белка и натрия казеината	9	Натрий пирофосфорнокислый трехзамещенный	200
ИТОГО	100		

Выход продукта: 100% от массы несоленого сырья.

Мясной хлеб «Любительский» высшего сорта [133]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья	
Говядина жилованная высшего сорта	35	Соль поваренная пищевая	2500
		Нитрит натрия	5,6
Свинина жилованная нежирная	40	Сахар-песок или глюкоза	110
Шпик хребтовый	25	Перец черный или белый молотый	85
ИТОГО	100	Орех мускатный или кардамон молотые	55
		Смесь пряностей № 1 вместо сахара и отдельных пряностей	250

Выход продукта: 100% от массы несоленого сырья.

Колбаса полукопченая «Украинская» 1-го сорта [133]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья	
Говядина жилованная 2 сорта	50	Соль поваренная пищевая	3000
Свинина жилованная полужирная	25	Нитрит натрия	7,5
Шпик боковой кусочками не более 6 мм	25	Сахар-песок или глюкоза	135
ИТОГО	100	Перец черный или белый молотый	90
		Перец душистый молотый	75
		Чеснок свежий очищенный	200
		Смесь пряностей № 6 вместо сахара и отдельных пряностей	300
		Или смесь пряностей № 3 вместо сахара и отдельных пряностей	200

Выход продукта: 74% от массы несоленого сырья.

Колбаса варено-копченая сервелат высшего сорта [133]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья	
Говядина жилованная высшего сорта	25	Соль поваренная пищевая	3000
Свинина жилованная нежирная	25	Нитрит натрия	25
Свинина жилованная жирная или грудинка кусочками не более 6 мм	50	Сахар-песок	200
ИТОГО	100	Перец черный или белый молотый	150

Выход продукта: 61% от массы несоленого сырья.

Колбаса сырокопченая «Советская» высшего сорта [4]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья	
Говядина жилованная высшего сорта	20	Соль поваренная пищевая	3500
		Нитрит натрия	10
Свинина жилованная нежирная	50	Сахар-песок	200
Шпик свиной хребтовый (кусочки размером не более 3 мм)	30	Перец черный или белый молотый	100
		Перец душистый молотый	50
ИТОГО	100	Кардамон или мускатный орех молотые	30
		Коньяк	250

Выход продукта: 58% от массы несоленого сырья.

Колбаса сырокопченая полусухая «Олимпийская» высшего сорта [133]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья	
Говядина жилованная высшего сорта	35	Соль поваренная пищевая	3200
Свинина жилованная нежирная	40	Препарат бактериальный БП-СК сухой	50
Шпик свиной хребтовый	25	Нитрит натрия	10
ИТОГО	100	Сахар-песок	500
		Перец черный или белый молотый	150
		Перец душистый молотый	50
		Кардамон или мускатный орех молотые	50
		Коньяк	250

Выход продукта: 67% от массы несоленого сырья.

Колбаса твердого копчения с добавлением окорока [175]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья	
Свиная грудинка	40	Соль поваренная пищевая	2800
Свинина жилованная, видимого жира не более 5%	50	Нитрит натрия	14
		Бакпрепарат	
Говядина жилованная, видимого жира не более 10%	10	Перец черный молотый	200
		Кориандр молотый	50
ИТОГО	100	Паприка молотая	50
		Глюкоза	200
		Лактоза	200

Колбаса сырокопченая «Итальянская» [175]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья	
Говядина жилованная жирная, видимого жира до 30%	30	Соль поваренная пищевая	2500
		Нитрит натрия	12,5
Свиная грудинка	60	Бакпрепарат	
Шпик свиной боковой	10	Перец черный молотый	200
ИТОГО	100	Паприка молотая	200
		Мускат молотый	50
		Имбирь молотый	20
		Глюкоза	100
		Лактоза	200
		Ром	400

Колбаса ливерная вареная 1-го сорта [133]

Сырье, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг сырья	
Печень говяжья или свиная жилованная сырая либо бланшированная	50	Соль поваренная пищевая	2000
		Сахар-песок	130
Щековина свиная или свинина жирная жилованная сырые либо бланшированные	50	Перец черный или белый молотый	85
		Перец душистый или кориандр молотые	85
ИТОГО	100		
Бульон не более 10 $дм^3$		Смесь пряностей № 5 вместо отдельных пряностей и сахара	300
		Лук репчатый свежий очищенный измельченный	1000

Выход продукта: 101% от массы бланшированного (вареного) сырья.

Колбаса ливерная деликатесная [174]

Сырье, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг сырья	
Печень свиная жилованная сырая либо бланшированная	30	Соль поваренная пищевая	4000
Шпик свиной боковой	30	Нитрит натрия	20
Свиная грудинка	40	Лук репчатый	2000
ИТОГО	100	Перец белый молотый	200
Бульон		Мускатный цвет	100
		Кардамон молотый	200
		Имбирь молотый	20
		Мед	1000

Колбаса кровяная закусочная 1-го сорта (вареная) [133]

Сырье, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг сырья	
Кровь пищевая сырая	25	Соль поваренная пищевая	2200
Мясо говяжьих голов жилованное, сырое	30	Натрия нитрит	5
Мясо свиных голов вареное	25	Сахар-песок или глюкоза	150
Стабилизатор белковый	15	Перец черный или белый молотый	150
Белок соевый или казеинат натрия	5	Перец душистый молотый	100
ИТОГО	100	Орех мускатный или кардамон молотые	50
		Чеснок свежий очищенный измельченный	400

Выход продукта: 100% от массы закладываемого сырья.

Колбаса кровяная деликатесная [174]

Сырье, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг сырья	
Окорок	50	Соль поваренная пищевая	2000
Язык	15	Натрия нитрит	10
Шпик хребтовый	15	Перец черный молотый	200
Смесь вареной свиной шкурки, крови и мясного бульона или молока	20	Майоран молотый	100
		Перец душистый молотый	50
ИТОГО	100	Корица молотая	20

Колбаса кровяная сырая субай говяжий 1-го сорта [133]

Сырье, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг сырья	
Сыворотка или плазма крови говяжья	70	Соль поваренная пищевая	2000
Молоко коровье пастеризованное с массовой долей жира 2,5 или 3,2%	30дм^3	Перец черный молотый	40
ИТОГО	100	Лук репчатый свежий очищенный измельченный	3000
		или лук сушеный	675

Выход продукта: 120% от массы несоленого сырья.

Ветчина в оболочке высшего сорта [133]

Сырье, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья	
Свинина от тазобедренной, лопаточной, спинной, поясничной и шейной части после снятия шпика с содержанием жировой ткани 30±15% от свиных полутуш 1, 2 и 4-й категорий в шкуре, без шкуры, с частично снятой шкурой	100	Соль поваренная пищевая	2200
		Натрия нитрит (2,5%-ный раствор)	7,5
		Сахар-песок	300
ИТОГО	100		

Выход продукта: 82% от массы несоленого сырья со шприцеванием (количество рассола 12%) или без него.

Окорок деликатесный высшего сорта [133]

Сырье, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг сырья	
Мякоть тазобедренной части свинины с толщиной шпика не более 3 см	100	Соль поваренная пищевая	2310
		Натрия нитрит	7,5
ИТОГО	100	Сахар-песок	100

Выход продукта: 78% от массы несоленого сырья (количество рассола 10 ± 0,5%).

Свинина сырокопченая в кусках высшего сорта [133]

Сырье: плечелопаточная часть (передний окорок или мясо, обваленное от переднего окорока) свиных полутуш 1,2,3 и 4-й категорий в шкуре, без нее или со снятым крупоном.

Шприцовочный рассол, кг па 100 л воды:

Соль поваренная пищевая — 25;

Натрия нитрит — 0,09;

Сахар-песок или глюкоза —0,62.

Посолочные компоненты для натирания, г на 100 кг несоленого сырья:

Соль поваренная пищевая — 3000.

Заливочный рассол, кг на 100 л воды:

Соль поваренная пищевая — 19;

Натрия нитрит — 0,06.

Выход продукта: 82% от массы несоленого обваленного мяса, 75% от массы несоленых передних окороков (количество рассола — 8% от массы отруба и 5% от массы бескостного сырья).

Окорочок телячий в шпике копчено-вареный высшего сорта [133]

Сырье, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг сырья	
Тазобедренная часть телятины	80	Соль поваренная пищевая	2800
Шпик боковой	20	Натрия нитрит	6,0
		Сахар-песок	260
ИТОГО	100	Перец черный молотый	50

Выход продукта: 76% от массы несоленого сырья.

Окорочок телячий запеченный высшего сорта [133]

Сырье, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья	
Тазобедренная часть телятины	100	Соль поваренная пищевая	2500
ИТОГО	100	Перец черный молотый	100
		Чеснок свежий измельченный	200

Выход продукта: 55% от массы несоленого сырья.

Баранина вареная в оболочке высшего сорта [133]

Сырье, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья	
Баранина жилованная от тазобедренной, плечелопаточной и поясничной частей туши с содержанием жира не более 20%	70	Соль поваренная	2500
		Натрия нитрит в растворе	7,5
		Перец черный молотый	300
Говядина жилованная 1 сорта с содержанием соединительной и жировой тканей не более 6%	30	Перец душистый молотый	100
		Сахар-песок или глюкоза	150
		Чеснок свежий или консервированный	200
ИТОГО	100		

Примечание. Допускается применять натрия аскорбинат (аскорбат) в количестве 50 г на 100 кг сырья или аскорбиновую кислоту в том же количестве, экстракты пряностей взамен натуральных, пищевые фосфаты в количестве 0,3% от массы сырья (в пересчете на безводные). Взамен 30 кг говядины и 70 кг баранины можно использовать 100 кг баранины односортной. Выход продукта: 85% от массы несоленого сырья.

Зельц столовый 2-го сорта [133]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья	
Губы говяжьи, мясо путового сустава говяжьего и свиных ног, уши, соединительная ткань и хрящи от жиловки мяса,	50	Соль поваренная пищевая	2300
Шкурка свиная или межсосковая часть, вареные в любом соотношении		Перец черный, белый или красный молотый	150
Рубцы вареные	20	Чеснок свежий очищенный измельченный	100
Легкие говяжьи или свиные вареные	30		
ИТОГО	100		
Бульон не более 20 дм^3			

Зельц белый [174]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья	
Свинина жилованная нежирная, видимого жира не более 5%	65	Соль поваренная пищевая	4000
		Натрия нитрит	10
Свиная пашина	10	Перец белый молотый	500
Свиная шкурка	10	Тмин	50
Молоко	10	Лук репчатый	5000
ИТОГО	100	Мускатный орех	100
		Майоран	200
		Кориандр молотый	50

Паштет ветчинный высшего сорта [133]

Сырье, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг сырья	
Печень говяжья или свиная жилованная бланшированная	15	Соль поваренная пищевая	1500
		Нитрит натрия	5
Мозги говяжьи сырые	20	Перец черный или белый молотый	100
Щековина свиная или свиная жирная жилованная бланшированные	20	Орех мускатный или кардамон молотые	60
То же, сырокопченая	20		
Мясо свиных голов соленое вареное	20		
Мука пшеничная	5		
ИТОГО	100		

Выход продукта: 84% от массы сырья.

Паштет печеночный [174]

Сырье, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг сырья	
Печень свиная жилованная бланшированная	30	Соль поваренная пищевая	4000
Шпик свиной боковой	45	Нитрит натрия	20
Свиная грудинка	10	Лук репчатый	2000
Мука пассерованная	15	Перец белый молотый	200
ИТОГО	100	Кориандр молотый	50
		Мускатный орех молотый	100
		Имбирь молотый	50
		Мед или ванильный сахар	100
		Коньяк	100

Паштет из субпродуктов птицы [133]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг сырья	
Печень, сердце, желудок всех видов птицы бланшированные	73	Соль поваренная пищевая	1500
		Нитрит натрия	2,5
Жир куриный топленый	17	Перец черный или белый молотый	100
Мука пшеничная пассерованная	4		
Яйца куриные или меланж	3		
Лук репчатый пассерованный свежий	3		
ИТОГО	100		
Бульон	25 дм^3		

Студень мясной высшего сорта [133]

Сырье вареное несоленое, кг на 100 кг		Пряности и материалы, г на 100 кг несоленого сырья	
Мясо голов говяжьих и свиных	60	Соль поваренная пищевая	2500
Губы говяжьи, уши, ноги, и путовый сустав, свиные ноги, уши, пятачки, жилки и хрящи от обвалки и жиловки мяса	25	Перец черный, белый или красный молотый	75
		Лист лавровый	10
Рубцы, свиные желудки	15	Корица, гвоздика или перец душистый молотые	100
ИТОГО	100		
Бульон от варки субпродуктов 2 категории, хрящей и жилок, костей и свиной шкурки — не более 90дм^3		Чеснок свежий очищенный	200

Выход продукта: 153% от массы вареного сырья.

Заливное с ветчиной [174]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		Пряности, г на 100 кг бульона	
Ветчина	55	Соль поваренная пищевая	1600
Паприка зеленая	5	Перец черный, горошек	300
Паприка красная	5	Перец душистый, горошек	100
Кукуруза, зерна	5	Ягоды можжевельника	200
Мясной бульон	30	Лавровый лист	100
ИТОГО	100	Лук репчатый свежий очищенный	

В заливное допускается добавлять другие виды растительного сырья, например:

- зеленый горошек и морковь;
- брокколи и цветную капусту;
- спаржу, морковь и зеленый горошек;
- шампиньоны и красный лук.

Говядина консервированная [174]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		Добавки, г на 100 кг несоленого сырья	
Говядина жилованная нежирная	100	Нитритная посолочная смесь для посола мяса	2000
ИТОГО	100	Пряности, г на 100 кг воды:	
		Нитритная посолочная смесь	1000
		Перец черный, горошек	300
		Перец душистый, горошек	100
		Ягоды можжевельника	200
		Лавровый лист	100
		Листья сельдерея	500
		Лук репчатый	5000

Курица консервированная с тропическими фруктами [174]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		Добавки и пряности, г на 100 кг несоленого сырья	
Ананас	10	Поваренная соль пищевая	1600
Мандарины, дольки	10	Перец белый, молотый	200
Куриные грудки, обжаренные	80	Карри	100
ИТОГО	100	Розмарин	100
		Заливка:	
		Куриный бульон	2 части
		Ананасовый сок	1 часть
		Желатин	

Рыбные фаршевые изделия [29]

Компоненты фарша, % к массе готового фарша	Котлеты	Биточки	Фрикадели
Рыбный фарш	86,2	87,0	83,3
Мука пшеничная подсушенная	2,5	4,3	–
Крахмал картофельный	–	–	2,8
Молоко сухое	2,5	–	3,3
Лук пассированный	–	–	5,8
Мясо эпигонуса холодного копчения	–	8,7	–
Яичный порошок	1,0	–	–
Соль поваренная	1,0	–	1,0
Вода	4,3	–	3,8

Колбаса вареная рыбная «морская» [29]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		Добавки и пряности, г на 100 кг несоленого сырья	
Фарш рыбный пищевой мороженый	43	Соль поваренная пищевая	2200
Мясо китовое мороженое	20	Перец черный молотый	100
Шпиг свиной	10	Перец душистый молотый	100
Молоко сухое	2	Чеснок сухой	200
Яйца	2	Мускатный орех	30
Крахмал или мука пшеничная	5	Фосфаты	300
Стабилизатор	18	Нитрат натрия	50
ИТОГО	100	Нитрит натрия в растворе	5

Колбаса вареная рыбная с использованием фарша минтая [29]

Компоненты, кг на 100 кг готовой продукции	Рецептуры		
	1	2	3
Фарш минтая пищевой	33,6	46,2	40,4
Срезки мяса марлина	50,4	37,3	–
Мясо китовое	–	–	60,6
Мука картофельная	2,8	2,8	2,3
Лук сушеный	0,45	0,45	–
Соль поваренная пищевая	1,8	1,8	1,6
Чеснок свежий очищенный	–	0,5	0,4
Перец черный	0,1	–	–
Хлеб пшеничный	12	12	8
Аскорбиновая кислота	–	–	0,1
Полифосфаты	–	0,04	0,2
Перец душистый	–	–	0,05
Нитрит натрия	–	–	0,005
Мускатный орех	–	–	0,03
Яичный порошок	–	–	2,0
Вода	0,9	0,5	–

Колбаса копченая рыбная «Калининградская» [29]

Сырье несоленое, кг на 100 кг		*Добавки и пряности, г на 100 кг несоленого сырья*	
Фарш рыбный или мясо океанических хрящевых или других тощих рыб	40	Соль поваренная пищевая	2000
Мясо китовое	40	Перец черный молотый	121
Шпик свиной	20	Перец душистый молотый	101
ИТОГО	100	Чеснок сушеный	202
		Мускатный орех	40
		Фосфаты	500
		Нитрат натрия	13

Паста рыбная [29]

Компоненты	Дозировка, кг на 100 кг готовой продукции
Филе сельди иваси измельченное	91
Масло сливочное	7
Сахар	1
Уксусная кислота	1

Заливное мясо антарктической креветки [29]

Компоненты	Дозировка, кг на 100 кг готовой продукции
Варено-мороженое мясо антарктической креветки	26
Ланспиг	79,5
Морковь свежая	3,2
Лимоны	2,2
Зелень петрушки	0,4

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ИЗМЕРЕНИЕ ЦВЕТА: СИСТЕМА L*-A*-B*

Человеческий глаз может различать примерно 7 х 10^6 различных цветов. Из них только 3000 имеют названия и только 12 нужны в повседневной жизни. Окраску мяса и мясных продуктов можно измерять с помощью системы L*-a*-b* (рис. 21).

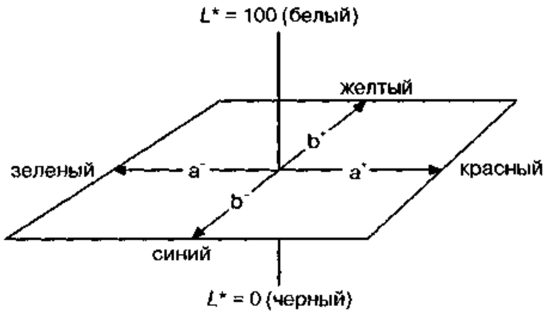


Рис. 21. Трехмерная структура системы L*–a*–b* [168]

Значение L* отражает различие между белым и черным цветом. Величина L* = О соответствует чистому черному цвету, а L* = 100 — чистому белому цвету. Положительная величина a* (a^+) меняется от 0 до +50 и отражает степень присутствия красного тона. Высокое значение a* соответствует темно-красному цвету. Отрицательная величина a* (a^-) меняется от 0 до -50 и отражает степень присутствия зеленого тона. Значение a* = -50 соответствует самому интенсивному зеленому тону. Положительная величина b* (b^+) меняется от 0 до +50 и отражает степень присутствия желтого тона. Значение b* = +50 соответствует самому интенсивному желтому тону. Отрицательная величина b* (b~) меняется от 0 до -50 и отражает степень присутствия синего тона. Значение b* = -50 соответствует самому интенсивному синему тону.

Приложение 6

Контактные замораживающие и охлаждающие средства (По [37 (прил. 5), 123])

Контактное заморживающее и охлаждающее средство	Синонимы	Код E	Максимальное остаточное количество, мг/кг замороженного пищевого продукта
Дихлордифторметан	Фреон-12, хладон-12, дифторди-хлорметан	E940	100
Дихлофторметан	Фтордихлорметан	–	100
Фреон	Фреон-115 (хлорпентафторэ-тан, хладон-115)	E945	Согласно ТИ
	Фреон-318С (октафторцикло-бутан, перфторциклобутан, хладон-С318)	E946	

Приложение 7

Основные вкусовые и ароматические вещества популярных эфирных масел и экстрактов пряностей (по [24, 54, 186, 194])

№ п/п	Название пряности	Латинское название	Часть растения, из которой извлекается	Основные компоненты эфирного масла/экстракта
1	Айован	*Carum capticum*	Семена	Тимол
2	Анис обыкновенный	*Pimpinella anisum*	Семена	Анетол
3	Аир болотный	*Acorus calamus*	Корневища	Акорин
4	Бадьян, анис звездчатый	*Anisum stellatum*	Плоды	Анетол, Δ3-карен
5	Базилик камфорный	*Ocimum basilicum*	Листья	Линалоол
6	Базилик эвгенольный	*Ocimum gratissimum*	Облиственные стебли с соцветиями	Эвгенол
7	Ваниль	*Vanilla planifolia, V. pompona*	Плоды	Ванилин
8	Гвоздика	*Caryophyllus aromaticus*	Цветочные почки	Эвгенол, ацетилэвгенол, метиамилкетон, кариофиллен
9	Душица обыкновенная (ореган)	*Origanum vulgare*	Наземная часть	Тимол, карвакрол, геранилацетат
10	Дягиль аптечный	*Archangelica officinalis*	Корни и корневища	Фелландрен
11	Зубровка душистая	*Hierochloe odorata*	Стебли с листьями	Кумарин
12	Имбирь	*Zingiber officiale*	Корневища	Цингиберен, цинеол, борнеол, гераниол, цингерон
13	Кардамон	*Elettaria cardamomum*	Плоды	Лимонен, сабинен
14	Кориандр посевной	*Coriandrum sativum*	Семена	Линалоол
15	Корица	*Cinnamonum zeylanicum*	Кора	Коричный альдегид
16	Лавр благородный	*Laurus nobilis*	Листья	Цинеол, пинен, мирцен, лимонен, камфора
17	Лапчатка прямостоячая, или калган	*Maranta (Alpinia) galanda*	Корневища	Цинеол
18	Лук репчатый	*Allium cepa*	Луковица	Аллиум
19	Можжевельник обыкновенный	*Juniperus communis*	Плоды	α-пинен

№ п/п	Название пряности	Латинское название	Часть растения, из которой извлекается	Основные компоненты эфирного масла/экстракта
20	Мускатный орех и мускатный цвет	*Myristica fragrans*	Ядро плода (орех), околоплодная пленка (цвет)	Сабинен, миристин, борнеол, гераниол, линалоол, α-пинен
21	Мята колосковая	*Mentha spicata*	Листья	Карвон
22	Мята перечная	*Mentha piperita*	Листья	Ментол
23	Перец душистый	*Pimenta officinalis*	Недозрелые плоды	Эвгенол, кариофиллен, фелландрен, цинеол
24	Перец стручковый	*Capsicum annuum*	Зрелые плоды	Капсаицин
25	Перец черный	*Piper nigrum*	Недозрелые плоды	Пиперин, дипентен, кариофиллен, цинеол
26	Розмарин	*Rosmarinus officinalis*	Листья и цветки	Борнеол, пинен, цинеол, камфен, розмариновая кислота
27	Тимьян обыкновенный (чабрец)	*Thymus vulgaris*	Листья	Тимол
28	Тмин обыкновенный	*Cuminum cyminum*	Семена	Карвон
29	Турмерик	*Curcuma longa*	Корневища	Мирцен, турмерон, куркумин
30	Укроп огородный	*Anethum graveolens*	Семена	Карвон
31	Фенхель обыкновенный	*Foeniculum vulgare*	Зрелые плоды	Анетол
32	Чеснок	*Allium sativum*	Луковица	Аллиум
33	Шалфей	*Salvia officinalis*	Листья	Цинеол, борнеол
34	Шафран	*Crocus sativus*	Цветки	Сафрональ

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

СОСТАВ ВКУСО-АРОМАТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ НЕКОТОРЫХ АРОМАТИЗАТОРОВ — ЗАМЕНИТЕЛЕЙ ВКУСО-АРОМАТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ПОПУЛЯРНЫХ В МЯСНОЙ И РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРЯНОСТЕЙ (ПО [24])

Компонент	Количество, г на 100 г ароматизатора
Чеснок	
Диаллилсульфид	85,0
Аллилмеркаптан	5,0
Диметилсульфид	2,0
Бутиловый эфир тиоциановой кислоты	5,0
Ледяная уксусная кислота	3,0
Мускатный цвет	
Фелландрен	71,75
Дипентен	10,50
Терпениол	11,00
Линалоол	3,00
Гераниол	1,00
Эвгенол	1,00
Цитраль	0,50
Масла	
Коричное	0,50
Петигреневое	0,25
Сосновое	0,25
Альдегид C_{18}	0,125
Масляная кислота	0,125

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

КОЭФФИЦИЕНТЫ ПЕРЕСЧЕТА ДЛЯ НИТРИТОВ, НИТРАТОВ, СОРБАТОВ, БЕНЗОАТОВ, «ПАРАБЕНОВ», ФОСФАТОВ, ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ И НАТРИЕВЫХ СОЛЕЙ АСКОРБИНОВОЙ, ИЗОАСКОРБИНОВОЙ И ДЕГИДРАЦЕТОВОЙ КИСЛОТ (ПО [37] (ПРИЛ. 10) И [123])

Код Е	Название пищевой добавки	Коэффициент пересчета
E200	Сорбиновая кислота	1,000
E201	Сорбат натрия	1,196
E202	Сорбат калия	1,340
E203	Сорбат кальция	1,170
E210	Бензойная кислота	1,000
E211	Бензоат натрия	1,180
E212	Бензоат калия $3H_2O$	1,755
E213	Бензоат кальция	1,164
E214	Этиловый эфир пара-гидроксибензойной кислоты	1,208
E215	Этиловый эфир пара-гидроксибензойной кислоты, натриевая соль	1,362
E218	Метиловый эфир пара-гидроксибензойной кислоты	1,305
E219	Метиловый эфир пара-гидроксибензойной кислоты, натриевая соль	1,464
E251	Нитрат натрия	1,000
E252	Нитрат калия	1,19
E250	Нитрит натрия	1,000
E249	Нитрит калия	1,23
E300	Аскорбиновая кислота	1,000
E301	Аскорбат натрия	1,125
E315	Изоаскорбиновая кислота	1,000
E316	Изоаскорбат натрия	1,227
E316	Изоаскорбат натрия H_2O	1,329
E330	Лимонная кислота моногидрат	1,000
E330	Лимонная кислота безводная	0,914
	Фосфорный ангидрид (P_2O_5)	1,0
E338	Ортофосфорная кислота	1,38
E339i	Ортофосфат натрия 1-замещенный	1,69
E339i	Ортофосфат натрия 1-замещенный H_2O	1,94
E339i	Ортофосфат натрия 1-замещенный $2H_2O$	2,20
E339ii	Ортофосфат натрия 2-замещенный	2,00
E339ii	Ортофосфат натрия 2-замещенный $2H_2O$	2,51
E339ii	Ортофосфат натрия 2-замещенный $7H_2O$	3,78

Код Е	Название пищевой добавки	Коэффициент пересчета
E339ii	Ортофосфат натрия 2-замещенный $12H_2O$	5,05
E339iii	Ортофосфат натрия 3-замещенный	2,31
E339iii	Ортофосфат натрия 3-замещенный H_2O	2,56
E339iii	Ортофосфат натрия 3-замещенный $12H_2O$	5,35
E340i	Ортофосфат калия 1-замещенный	1,92
E340ii	Ортофосфат калия 2-замещенный	2,45
E340iii	Ортофосфат калия 3-замещенный	2,99
E341i	Ортофосфат кальция 1-замещенный	1,65
E341ii	Ортофосфат кальция 2-замещенный $2H_2O$	2,43
E341iii	Ортофосфат кальция 3-замещенный H_2O	2,36
E450i	Дигидропирофосфат натрия	1,56
E450ii	Моногидропирофосфат натрия H_2O	1,84
E450iii	Пирофосфат натрия	1,87
E450iii	Пирофосфат натрия 10 H_2O	3,14
E450iv	Дигидропирофосфат калия	1,79
E450v	Пирофосфат калия	2,33
E450v	Пирофосфат калия $3H_2O$	2,71
E450vi	Пирофосфат кальция	1,79
E450vii	Дигидропирофосфат кальция	1,52
E451i	Трифосфат натрия 5-замещенный	1,73
E451i	Трифосфат натрия 5-замещенный $6H_2O$	2,24
E451ii	Трифосфат калия 5-замещенный	2,10
E452i	Полифосфат натрия	1,44
E452ii	Полифосфат калия	1,66
E265	Дегидрацетовая кислота	1,00
E266	Дегидрацетовая кислота, натриевая соль H_2O	1,24

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

ПОРОГОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ АКТИВНОСТИ ВОДЫ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ [179]

значание a_w	Бактерии	Дрожжи	Плесневые грибы
0,98	*Clostridium*[1], *Pseudomonas**	–	–
0,97	*Clostridium*[2], *Pseudomonas**	–	–
0,96	*Flavobacterium, Klebsiella, Lactobacillus*, Proteus*, Pseudomonas*, Shigella*	–	–
0,95	*Alcaligenes, Bacillus, Citrobacter, Clostridium*[3], *Enterobacter, Escherichia, Propionibacterium, Proteus, Pseudomonas, Salmonella, Serraia, Vibrio*	–	–
0,94	*Bacillus**, *Clostridium*[4], *Lactobacillus, Microbacterium, Pediococcus, Streptococcus*, Vibrio*	–	*Stachybotrys*
0,93	*Bacillis*[5], *Micrococcus*, Lactobacillus*, Streptococcus*	–	*Botrytis, Mucor, Rhizopus*
0,92	–	*Pichia, Rhodotorula, Saccharomuces**	–
0,91	*Corynebacterium, Streptococcus*	–	–
0,90	*Bacillus*[6], *Lactobacillus*, Micrococcus, Pediococcus, Staphylococcus*[7], *Vibrio**	*Hansenula, Saccharomyces*	–
0,88	–	*Candida, Debaryomyces, Hanseniaspora, Totulopsis*	*Cladosporuim*
0,87	–	*Debaryomyces**	–
0,86	*Micrococcus*, Staphylococcus*[8], *Vibrio*[9]	–	–
0,84	–	–	*Alternaria, Aspergillus*, Paecilomyces*
0,83	*Staphylococcus**	*Debaryomycis**	*Penicillium**
0,81	–	*Saccharomuces**	*Penicillium*
0,79	–	–	*Penicillium**

значание a_w	Бактерии	Дрожжи	Плесневые грибы
0,78	–	–	*Aspergillus, Emericella*
0,75	*Halobacterium, Halococcus*	–	*Aspergillus**, *Wallemia*
0,70	–	–	*Aspergillus, Chrysosporium*
0,62	–	*Saccharomyces**	*Eurotium**
0,61	–	–	Monascus (Xeromyces)

Примечания: * – отдельные штаммы.
1 *Clostridium botulinum*, тип С.
2 *Clostridium botulinum*, тип Е, и отдельные штаммы *C. perfringens*.
3 *Clostridium botulinum*, типы А и В, а также *C. perfingens*.
4 Отдельные штаммы *C. Botulinum*, тип В.
5 Отдельные штаммы *Bacillus stearothermophilus*.
6 *Bacillus subtilis* в определенных условиях.
7 *Stahylococcus aureus* при анаэробном развитии.
8 Staphylococcus aureus при аэробном развитии.
9 Отдельные штаммы *Vibrio cosicolus*.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ СОДЕРЖАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АРОМАТИЗАТОРОВ И ЭКСТРАКТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ (ПО [37], ПРИЛ. 3, РАЗДЕЛ 3.17)

Биологически активное вещество	Максимальный уровень в пищевых продуктах, мг/кг	Примечания
Агариковая кислота	20	
Бета-Азарон	0,1	
Алоин	0,1	
Берберин	0,1	
Гиперицин	0,1	
Квассин	5	
Кумарин	2	
Пулегон	25	
Сантонин	0,1	
Сафрол и изосафрол	1	15 мг/кг в пищевых продуктах, содержащих мускатный цвет или мускатный орех
Синильная кислота	1	
Туйон (альфа и бета)	0,5	
Хинин	0,1	

Примечание. Указанные вещества, за исключением хинина и квассина, не допускается добавлять в пищевые продукты. Они могут попадать в пищевые продукты только из ароматизаторов и экстрактов, изготовленных из растительного сырья.

Приложение 12

Экстрагенты (экстракционные растворители) (по [37], прил. 5)

Экстрагент	Пищевые добавки	Максимальное остаточное количество, мг/кг
Ацетон	Ароматизаторы	30
	Красители	2
Амилацетат	Ароматизаторы	Согласно ТИ
	Красители	
Бензиловый спирт	Ароматизаторы	Согласно ТИ
	Красители	
Бутан	Ароматизаторы	1
1,3- Бутандиол	Ароматизаторы	Согласно ТИ
н-Бутанол-1	Ароматизаторы	1
	Красители	
н-Бутанол-2	Ароматизаторы	1
Бутилацетат	Согласно ТИ	Согласно ТИ
трет-Бутиловый спирт	Согласно ТИ	Согласно ТИ
Гексан	Ароматизаторы	1
Гептан	Ароматизаторы	1
Диоксид углерода (углекислота жидкая)	Ароматизаторы, экстракты	Согласно ТИ
Дибутиловый эфир	Ароматизаторы	2
Дихлордифторметан	Ароматизаторы	1
	Красители	
Дихлортетрафторэтан	Ароматизаторы	1
Дихлорфторметан	Ароматизаторы	1
Диэтиловый эфир	Ароматизаторы	2
	Красители	
Диэтилпропилкетон	Согласно ТИ	Согласно ТИ
Диэтилцитрат	Ароматизаторы	Согласно ТИ
	Красители	
Закись азота	Согласно ТИ	Согласно ТИ
Изобутан	Ароматизаторы	1
Изопропилмиристат	Ароматизаторы	Согласно ТИ
	Красители	
Изопропиловый спирт (пропан-2-ол)	Ароматизаторы	Согласно ТИ
	Красители	
Метилацетат	Ароматизаторы	1

Экстрагент	Пищевые добавки	Максимальное остаточное количество, мг/кг
Метилпропанол-1	Ароматизаторы	1
Пентан	Ароматизаторы	1
Петролейный эфир	Ароматизаторы	1
Пропан	Ароматизаторы	1
Пропиленгликоль (пропан-1,2-диол)	Ароматизаторы Красители	Согласно ТИ
Пропиловый спирт (н-пропанол-1)	Ароматизаторы Красители	Согласно ТИ
Толуол	Ароматизаторы	1
Трибутират глицерина	Ароматизаторы Красители	Согласно ТИ
Трипропионат глицерина	Ароматизаторы Красители	Согласно ТИ
Трихлорфторметан	Ароматизаторы	1
1,1,2-Трихлорэтилен	Ароматизаторы	2
Циклогексан	Ароматизаторы	1
Этанол	Согласно ТИ	Согласно ТИ
Этилацетат	Согласно ТИ	Согласно ТИ
Этилметилкетон (бутанон)	Ароматизаторы Красители	2

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОТРОПИНА В ИКРЕ (ПО [1], П. 5.6)

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОТРОПИНА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОТРОПИНА (ГЕКСАМЕТИЛЕН-ТЕТРАМИНА) ТИТРОВАНИЕМ

Сущность метода

Метод основан на разложении уротропина в кислой среде до формальдегида, окислении его йодом в муравьиную кислоту в щелочной среде с последующим титрованием избытка йода тиосульфатом натрия.

Аппаратура, *материалы и реактивы*

Микроизмельчитель тканей.

Весы аналитические класса 2 с пределами измерений от 0 до 200 г по ГОСТ 24104-80.

Электроплитка бытовая по ГОСТ 14919-83.

Штативы с кольцами и зажимами.

Колба плоскодонная (для парообразования) по ГОСТ 25336-82, вместимостью 2000 см^3.

Холодильник стеклянный лабораторный с прямой трубкой по ГОСТ 25336-82.

Трубка соединительная стеклянная по ГОСТ 25336-82 диаметром 10 мм, высотой 1200 мм.

Каплеуловитель стеклянный лабораторный по ГОСТ 25336-82. Колба Кьельдаля по ГОСТ 25336-82 вместимостью 500-750 см^3. Колба коническая с притертой пробкой (колба Эрленмейера) по ГОСТ 25336-82 вместимостью 300-500 см^3. Колба мерная по ГОСТ 1770-74 вместимостью 200 см^3. Пипетки по ГОСТ 20292-74 вместимостью 1,10, 20 см^3. Часы.

Бюретка по ГОСТ 20292-74 вместимостью 25 см^3 с ценой деления 0,1 см^3.

Фуксин основной для приготовления фуксинсернистой кислоты. Кислота соляная по ГОСТ 3118-77, концентрированная. Кислота ортофосфорная по ГОСТ 6552-80, раствор 250 г/дм^3 (25%-ный).

Кислота серная по ГОСТ 4204-77, концентрированная и раствор 5 моль/дм^3 (Юн).

Йод по ГОСТ 4159-79, раствор 0,05 моль/дм^3 (0,1 н) в йодистом калии.

Калий йодистый по ГОСТ 4232-74.

Натрий сернистокислый (сульфит) по ГОСТ 195-77 или натрий сернистокислый кислый (бисульфит натрия).

Натрий серноватистокислый (тиосульфат) по СТ СЭВ 223-75, раствор 0,1 моль/дм^3

(0,1 н).
Крахмал растворимый по ГОСТ 10163-76, раствор 10 г/дм^3 (1%-ный).
Натрия гидроокись по ГОСТ 4328-77, раствор 1 моль/дм^3 (1 н).
Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72.

Приготовление раствора фуксинсернистой кислоты

0,2 г фуксина (основного) растворяют при нагревании в 120 см^3 горячей воды. После охлаждения прибавляют в раствор 2 г безводного сульфита натрия в 20 см^3 воды, 2 см^3 концентрированной соляной кислоты и доводят объем до 200 см^3. Реактив выдерживают в течение суток в темном месте.

Проведение анализа

Перед определением воду в колбе-парообразователе отгонного аппарата доводят до интенсивного кипения, которое поддерживается до окончания анализа.

К холодильнику отгонного аппарата присоединяют приемную коническую колбу со шлифом, в которую предварительно наливают 5 см^3 дистиллированной воды.

В колбу Кьельдаля помещают 5-6 г тщательно измельченной икры, взвешенной с абсолютной погрешностью не более 0,01 г, добавляют 200 см^3 дистиллированной воды и энергично перемешивают. Через 30 мин в колбу с навеской прибавляют 10 см^3 раствора фосфорной кислоты 250 г/дм^3, перемешивают содержимое и немедленно закрывают тщательно пригнанной пробкой, соединяющей колбу с парообразователем — с одной стороны, с другой — с холодильником через каплеуловитель (во избежание переброса кислоты).

Образовавшийся в кислой среде формальдегид отгоняют с водяным паром через холодильник и собирают в приемной колбе со шлифом. Отгонку проводят до получения 100-200 см^3 дистиллята.

После получения 100 см^3 дистиллята проводят пробу на полноту отгонки формальдегида. Для этого 5 см^3 дистиллята смешивают с 1 см^3 концентрированной серной кислоты и прибавляют 5 см^3 раствора фуксинсернистой кислоты. В присутствии формальдегида жидкость окрашивается в фиолетовый цвет.

Отгонку прекращают после получения отрицательной реакции на формальдегид.

К дистилляту в приемной колбе прибавляют 20 см^3 раствора йода в йодистом калии 0,05 моль/дм^3,10 см^3 раствора гидроокиси натрия 1 моль/дм^3; колбу, плотно закрыв пробкой, взбалтывают и оставляют на 15 мин.

По истечении указанного времени содержимое колбы подкисляют 11 см^3 раствора серной кислоты 0,5 моль/дм^3, избыток йода оттитровывают раствором серноватисто-кислого натрия (тиосульфата) 0,1 моль/дм^3 в присутствии раствора крахмала 10 г/дм^3.

Параллельно проводят контрольный анализ со свежеперегнанной дистиллированной водой.

Обработка результатов

Массовую долю уротропина (X_{20}) в процентах вычисляют по формуле:

где V— объем раствора серноватисто кислого натрия 0,1 моль/дм^3, израсходованный на титрование йода в контрольном анализе, см^3; V, — объем раствора серноватисто-кислого натрия 0,1 моль/дм^3, израсходованный на титрование йода, в рабочем анализе, см^3; *К* — коэффициент пересчета на точный раствор серноватистокислого натрия 0,1 моль/дм^3; 0,00117 — количество уротропина, эквивалентное 1 см^3 точного раствора серноватистокислого натрия 0,1 моль/дм^3, г; *т* — навеска икры, г.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,01 %.

Вычисление проводят до второго десятичного знака.

Определение уротропина (гексаметилен-тетрамина) колориметрическим методом

Сущность метода

Метод основан на способности формальдегида, образующегося при разложении уротропина в кислой среде, давать окрашенный комплекс с реактивом Нэша.

Аппаратура, *материалы и реактивы*

Фотоэлектроколориметр или спектрофотометр с пределами измерения оптической плотности от 0 до 1,3 по ГОСТ 12083-78.

Весы аналитические класса 2 с пределами измерений от 0 до 200 г по ГОСТ 24104-80.

Электроплитка бытовая по ГОСТ 14919-83.

Баня водяная.

Термометр ртутный стеклянный лабораторный с пределами измерений от 0 до 200 °С по ГОСТ 215-73.

Ступка фарфоровая по ГОСТ 9147-80.

Чашка фарфоровая по ГОСТ 9147-80, вместимостью 50-100 см^3.

Колбы мерные по ГОСТ 1770-74 вместимостью 25,100, 200 и 1000 см^3.

Колбы плоскодонные конические по ГОСТ 25336-82 вместимостью 250, 500, 1000-2000 см^3.

Насадка Вюрца по ГОСТ 25336-82.

Аллонж по ГОСТ 25336-82.

Холодильник Либиха по ГОСТ 25336-82.

Трубка стеклянная диаметром 10 мм, длиной 1200 мм.

Бюретка по ГОСТ 20292-74, вместимостью 25 см^3.

Пипетка по ГОСТ 20292-74 вместимостью 10 см^3.

Магний сернокислый по ГОСТ 4523-77, ч.д.а.

Кислота лимонная моногидрат и безводная по ГОСТ 3652-69, х.ч.

Уротропин (гексаметилентетрамин) по Госфармакопее СССР с массовой долей

основного вещества не менее 990 г/дм^3 (99%-ный).
Натрий двууглекислый по ГОСТ 4201-79, х.ч., раствор 1 моль/дм^3 (1 н).
Кислота серная по ГОСТ 4204-77, х.ч., раствор 810 г/дм^3 (81%-ный).
Динатриевая соль хромотроповой кислоты, раствор 5 г/дм^3 (0,5%-ный) в дистиллированной воде (раствор в склянке с притертой пробкой хранится не более 5 сут).
Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72.
Аммоний уксуснокислый по ГОСТ 3117-78, ч.д.а.
Кислота уксусная по ГОСТ 61-75, хл.
Ацетилацетон по ГОСТ 10259-78, ч.д.а.
Бумага индикаторная «Рифан» или «Универсальная».

Приготовление растворов

Ацетилацетоновый реактив (реактив Нэша).

В мерной колбе вместимостью 1 дм^3 растворяют в дистиллированной воде 150 г уксуснокислого аммония, добавляют 3 см^3 ледяной уксусной кислоты, объем в колбе доводят водой до метки и перемешивают. Приготовленный раствор уксуснокислого аммония в склянке с притертой пробкой сохраняется 2-3 мес.

Для приготовления реактива Нэша к 100 см^3 раствора уксуснокислого аммония добавляют 1 см^3 ацетилацетона и тщательно перемешивают. Реактив Нэша годен для использования в течение 2 сут.

Проведение анализа

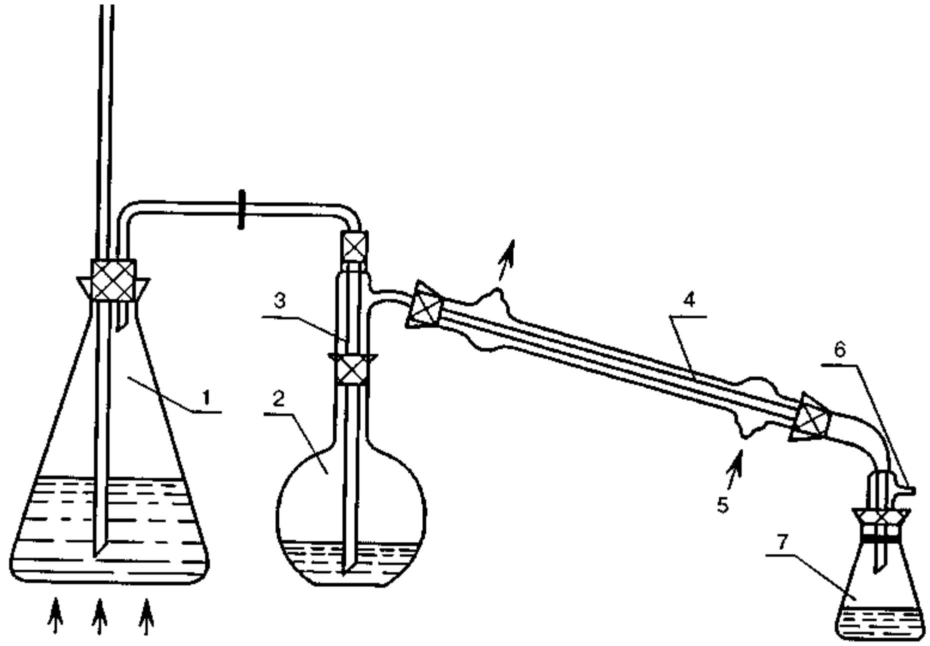
В фарфоровую ступку отвешивают с абсолютной погрешностью не более 0,1 г от 7 до 8 г хорошо измельченной средней пробы икры и тщательно растирают с 2 г лимонной кислоты и 30 г сульфата магния.

Смесь количественно переносят в термостойкую колбу 2 вместимостью 500 см^3 (черт. 1). Остатки из ступки смывают 10 см^3 дистиллированной воды и обтирают небольшими кусочками чистой ваты или фильтровальной бумаги, которые помещают в ту же колбу.

Колбу 2 немедленно соединяют через насадку Вюрца 3 *с* колбой-парообразователем 1, в котором интенсивно кипит вода, и с холодильником 4.

Образующийся формальдегид отгоняют с водяным паром, собирая дистиллят в приемную колбу 7, соединенную с холодильником при помощи аллонжа 5 с обязательным отводом для регулирования давления 6 в системе.

После получения 100 см^3 дистиллята проводят пробу на полноту отгонки формальдегида. Для этого 0,5 см^3 дистиллята собирают в пробирку, смешивают с 0,5 см^3 раствора хромотроповой кислоты 5 г/дм^3 и добавляют 4 см^3 раствора серной кислоты 810 г/дм^3. В присутствии формальдегида смесь окрашивается в розовый или фиолетовый цвет. При отрицательной реакции на формальдегид отгонку прекращают.



Черт. 1

1 — парообразователь; *2* — отгонная колба; *3* — насадка Вюрца; *4* — водяной холодильник; *5* — аллонж с отводом; *6* — регулятор давления; *7* — приемная колба

Дистиллят нейтрализуют раствором двууглекислого натрия 1 моль/дм^3 до pH 7 (по индикаторной бумаге) и количественно переносят дистиллированной водой в мерную колбу вместимостью 200 см^3. Объем в мерной колбе доводят до метки и тщательно перемешивают.

Для проведения цветной реакции отбирают пипеткой 1 см^3 нейтрализованного дистиллята в мерную колбу вместимостью 25 см^3 и добавляют 1-2 см^3 реактива Нэша. Обмывают горло колбы 3- 5 см^3 дистиллированной воды, перемешивают содержимое и термостатируют 15 мин в водяной бане температурой 50 ^{0}С. По истечении указанного времени содержимое колбы охлаждают проточной водопроводной водой, доводят объем дистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают.

Оптическую плотность окрашенных растворов измеряют в кюветах с рабочей длиной 10 мм фотоэлектроколориметром или спектрофотометром при длине волны 412 нм по отношению к контрольной пробе из 1 см^3 дистиллированной воды и 1 см^3 реактива Нэша, термостатированной 15 мин при 50 °С. Содержание уротропина, соответствующее определенной оптической плотности, рассчитывают по градуировочному графику.

Построение градуировочного графика

Готовят основной стандартный раствор уротропина. Для этого 1 г гексаметилентетрамина, взвешенного с абсолютной погрешностью не более 0,0001 г, количественно переносят дистиллированной водой в мерную колбу вместимостью 100 см^3. После растворения уротропина объем в колбе доводят до

метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. Отбирают пипеткой 10 см^3 приготовленного раствора гексаметилентетрамина, вносят в колбу отгонного аппарата и после добавления 2 г лимонной кислоты и 30 г сульфата магния отгоняют формальдегид с водяным паром по п. 5.6.1.4.

Нейтрализованный и разведенный до 200 см^3 дистиллят является основным стандартным раствором (с массовой концентрацией 0,5 г уротропина в 1 см^3) и служит для приготовления серии рабочих стандартных растворов с различной концентрацией уротропина.

В 5 мерных колб вместимостью 100 см^3 последовательно наливают из бюретки 2, 4, 6, 8 и 10 см^3 основного стандартного раствора. Колбы доливают дистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают. 1 см^3 каждого из приготовленных растворов содержит 0,010; 0,020; 0,030; 0,040; 0,050 мг уротропина.

Из каждого из пяти растворов берут пипеткой по 1 см^3 в мерные колбы вместимостью 25 см^3 и приливают по 1 см^3 реактива Нэша.

Все дальнейшие операции проводят по п. 5.6.2.4.

Подготовку серии стандартных растворов проводят три раза, начиная каждый раз с приготовления основного раствора гексаметилентетрамина. Для каждого раствора одной и той же концентрации берут среднее значение оптической плотности из трех измерений.

По полученным данным строят градуировочный график, откладывая на оси абсцисс количество уротропина, а на оси ординат — соответствующие оптические плотности.

Обработка результатов

Массовую долю уротропина в икре ($X_{п}$) в процентах вычисляют по формуле:

где *т* — содержание уротропина, найденное по градуировочному графику, мг; V — объем дистиллята после нейтрализации и разведения, см^3; У, — объем разведенного дистиллята, взятый для цветной реакции, см^3; т, — масса исследуемого образца, г; 1000 — коэффициент пересчета миллиграммов в граммы.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,01 %.

Вычисление проводят до второго десятичного знака.

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ИКРЕ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ (ПО [1], П. 5.7)

Определение сорбиновой кислоты колориметрическим методом

Сущность метода

Метод основан на способности малонового альдегида, в который окисляется сорбиновая кислота в кислой среде, образовывать окрашенный комплекс с тиобар-битуровой кислотой.

Аппаратура, материалы и реактивы

Фотоэлектроколориметр или спектрофотометр с пределами измерения оптической плотности от 0 до 1,3 по ГОСТ 12083-78.

Весы аналитические класса 2 с пределами измерений от 0 до 200 г по ГОСТ 24104-80.

Баня водяная.

Колбы мерные по ГОСТ 1770-74 вместимостью 500 и 100 см^3.

Стаканы по ГОСТ 25336-82 вместимостью 150 см^3.

Цилиндры мерные по ГОСТ 1770-74.

Воронки химические по ГОСТ 25336-82 диаметром 6-8 см.

Бюретки по ГОСТ 20292-74 вместимостью 25 см^3.

Пипетки по ГОСТ 20292-74 вместимостью 5, 10, 15 см^3.

Палочки стеклянные.
Бумага фильтровальная лабораторная по ГОСТ 12026-76.
Ареометр общего назначения по ГОСТ 18481-81 для определения плотности жидкости (р = 1000-1100 кг/м^3).
Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72.
Спирт этиловый ректификованный по ГОСТ 5962-67.
Кислота уксусная по ГОСТ 61-75.
Калий двухромовокислый по ГОСТ 4220-75, раствор 0,02 моль/дм^3.
Кислота трихлоруксусная, водный раствор 200 г/дм^3 (20%-ный).
Кислота сорбиновая (2,4 гексадиеновая) с массовой долей основного вещества не менее 99 %.
Кислота тиобарбитуровая, свежеприготовленный раствор 0,02 моль/дм^3.

Приготовление реактивов

Раствор тиобарбитуровой кислоты

0,2880 г тиобарбитуровой кислоты переносят в мерную колбу вместимостью 100 см^3 90 %-ной уксусной кислотой (р = 1066 кг/м^3). Колбу заполняют на $^2/_3$ объема, содержимое слегка нагревают на водяной бане и взбалтывают. После растворения тиобарбитуровой кислоты объем жидкости в колбе доливают до метки уксусной кислотой и перемешивают. Приготовленный раствор тиобарбитуровой кислоты годен в течение одних суток.

Стандартный раствор сорбиновой кислоты

Навеску 0,1 г свежевозогнанной или свежеперекристаллизованной из спирта сорбиновой кислоты, взвешенную с абсолютной погрешностью не более 0,0001 г, количественно переносят дистиллированной водой в мерную колбу вместимостью 1000 см^3, заполняют ее на ^{3}Д объема и энергично перемешивают. После полного растворения сорбиновой кислоты колбу доливают водой до метки и перемешивают содержимое.

1 см^3 основного стандартного раствора содержит 0,1 мг сорбиновой кислоты.

Приготовление вытяжки из икры

В высокий стакан вместимостью 150 см^3 отвешивают с абсолютной погрешностью не более 0,001 г 1 г тщательно измельченной икры и растирают ее стеклянной палочкой с резиновым наконечником, постепенно приливая небольшими порциями 25 см^3 дистиллированной воды. Полученную смесь выдерживают 25 мин при периодическом перемешивании.

В стакан добавляют 10 см^3 водного раствора трихлоруксусной кислоты 200 г/дм^3 и осторожно, во избежание вспенивания, нагревают содержимое до кипения при непрерывном помешивании. После 10 мин спокойного кипения горячую смесь фильтруют через смоченный водой бумажный фильтр в мерную колбу вместимостью 500 см^3. При фильтровании применяют воронку с обогревом или поддерживают температуру фильтруемой смеси, помещая стакан в горячую

водяную баню. Стакан и осадок на фильтре промывают 6-7 раз кипящей дистиллированной водой, собирая промывные воды в ту же мерную колбу.

Фильтрат проверяют на полноту осаждения белков, добавляя несколько капель 200 г/дм^3 трихлоруксусной кислоты. При помутнении раствора проводят повторное осаждение белков трихлоруксусной кислотой и горячее фильтрование. Жидкость должна занимать не более '/$_2$ объема колбы.

Проведение анализа

В колбу с фильтратом приливают 10 см^3 раствора двухромовокислого калия 0,02 моль/дм^3 и 15 см^3 раствора тиобарбитуровой кислоты 0,02 моль/дм^3.

После тщательного перемешивания колбу помещают в кипящую водяную баню и выдерживают 30 мин. Уровень воды в бане должен быть выше уровня жидкости в колбах. По истечении указанного времени колбу охлаждают на воздухе или в проточной воде, объем раствора доводят дистиллированной водой до метки, жидкость перемешивают. Одновременно проводят контрольный анализ, используя все реактивы без вытяжки из икры.

Оптическую плотность окрашенного раствора измеряют спектрофотометром или фотоэлектроколориметром при длине волны 532 нм в кюветах с рабочей длиной 10 мм по отношению к контрольному раствору. Содержание сорбиновой кислоты, соответствующее определенной оптической плотности, рассчитывают по градуировочному графику.

Окраска раствора устойчива и сохраняется в течение нескольких часов.

Построение градуировочного графика

В мерные колбы вместимостью 500 см^3 последовательно вносят из бюретки основной стандартный раствор сорбиновой кислоты в количествах, указанных в нижеприведенной таблице

Номер колбы	Количество основного стандартного раствора, см^3	Количество сорбиновой кислоты, мг
1	5	0,5
2	10	1,0
3	15	1,5
4	20	2,0
5	23	2,5
Контрольный анализ	0	0

В каждую колбу приливают по 10 см^3 раствора трихлоруксусной кислоты 200 г/дм^3, разбавляют содержимое дистиллированной водой до '/$_2$ объема колбы и проводят все дальнейшие операции в соответствии с п. 5.7.5.

Оптическую плотность окрашенных растворов измеряют

спектрофотометром или фотоэлектроколориметром при длине волны 532 нм. Подготовку серии растворов для построения градуировочного графика проводят три раза, начиная каждый раз с приготовления основного раствора сорбиновой кислоты. Для каждого раствора одинаковой концентрации берут среднее значение оптической плотности трех измерений.

По полученным данным строят градуировочный график, откладывая на оси абсцисс количество сорбиновой кислоты, а на оси ординат — соответствующие оптические плотности.

Обработка результатов

Массовую долю сорбиновой кислоты в продукте (X_{22}) в процентах вычисляют по формуле:

где m — масса икры, взятая для приготовления вытяжки, г; от, — содержание сорбиновой кислоты, найденное по градуировочному графику, мг; 1000 — коэффициент пересчета миллиграммов в граммы.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,02%.

Вычисление проводят до второго десятичного знака.

ПРИЛОЖЕНИЕ 15

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕКИСНОГО ЧИСЛА РЫБНЫХ ЖИРОВ (ПО [1], П. 7.12)

Определение перекисного числа

Сущность метода

Метод основан на взаимодействии перекисей, содержащихся в жире, с йодистым калием в присутствии ледяной уксусной кислоты с выделением йода, который оттитровывают раствором тиосульфата натрия.

Аппаратура, материалы и реактивы

Весы аналитические класса 2 с пределами измерений от 0 до 200 г по ГОСТ 24104-80.
Баня водяная.
Часы песочные по ГОСТ 10576-74 на 2 мин или секундомер.
Колбы с притертой пробкой по ГОСТ 25336-82 вместимостью 250-300 $см^3$.
Микробюретка по ГОСТ 20292-74 вместимостью 10 $см^3$ с делениями на 0,01-0,02 $см^3$.
Цилиндры мерные по ГОСТ 1770-74 вместимостью 50 и 100 $см^3$.
Пипетки по ГОСТ 20292-74 вместимостью 1 $см^3$. Натрий серноватистокислый (тиосульфат), раствор 0,01 моль/$дм^3$.
Хлороформ по Госфармакопее СССР.
Кислота уксусная ледяная по ГОСТ.
Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72.

Проведение анализа

В коническую колбу с притертой пробкой вносят навеску тщательно перемешанного и профильтрованного жира массой 1 г, взятую с абсолютной погрешностью не более 0,0001 г.
Китовые жиры предварительно осторожно подогревают на водяной бане до температуры 60-70 °С. Навеску жира в колбе растворяют в 30 $см^3$ смеси, состоящей из 12 $см^3$ хлороформа и 18 $см^3$ ледяной уксусной кислоты. К раствору приливают 1 $см^3$ насыщенного на холоде раствора йодистого калия и смесь равномерно взбалтывают точно 2 мин.

В колбу добавляют 100 $см^3$ свежепрокипяченной дистиллированной воды, 1 $см^3$ раствора крахмала 10 г/$дм^3$ и немедленно титруют в присутствии крахмала выделившийся йод раствором тиосульфата натрия 0,01 моль/$дм^3$ до исчезновения синего окрашивания. Одновременно проводят контрольный анализ без навески жира.

Обработка результатов

Перекисное число исследуемого жира (X_{33}) в процентах йода вычисляют по формуле:

где V, — объем раствора тиосульфата натрия 0,01 моль/$дм^3$, израсходованный на титрование в рабочем анализе, $см^3$; V — объем раствора тиосульфата натрия 0,01 моль/$дм^3$, израсходованный на титрование в контрольном анализе, $см^3$; *m*

— навеска жира, г; *К* — коэффициент пересчета на точный раствор тиосульфата натрия 0,01 моль/дм^3 (0,01 и); 0,001269 — количество йода, соответствующее 1 см^3 точного раствора тиосульфата натрия 0,01 моль/дм^3, г.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,02%. Вычисление проводят до второго десятичного знака.

ПРИЛОЖЕНИЕ 16

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЙОДНОГО ЧИСЛА РЫБНЫХ ЖИРОВ (ПО [1],. П. 7.11)

Методы определения йодного числа

Определение йодного числа титрованием с использованием йодно-ртутного раствора (применяется при разногласиях в оценке качества продукта)

Сущность метода

Метод основан на взаимодействии йода с непредельными жирными кислотами жира.

Аппаратура, материалы и реактивы

Весы аналитические класса 2 с пределами измерений от 0 до 200 г по ГОСТ 24104-80.

Колбы с притертой пробкой по ГОСТ 25336-82 вместимостью 500 см^3.

Цилиндр мерный по ГОСТ 1770-74 вместимостью 100 см^3.

Бюретки по ГОСТ 20292-74 вместимостью 50, 25 см^3 с делениями на 0,1 см^3.

Капельницы по ГОСТ 25336-82.

Ртуть двухлористая (сулема) по Госфармакопее СССР.

Йод по ГОСТ 4159-79.

Спирт этиловый ректификованный по ГОСТ 5962-67.

Кислота соляная по ГОСТ 3118-77.

Натрий серноватистокислый (тиосульфат) по СТ СЭВ 223-75, водный раствор 0,1 моль/дм^3.

Калий йодистый по ГОСТ 4232-74, водный раствор 100 г/дм^3(10%-ный) (не содержащий йодноватокислой соли).

Хлороформ по Госфармакопее СССР, не содержащий перекисей, остающийся бесцветным после взбалтывания его с подпетым калием.

Крахмал растворимый по ГОСТ 10163-76, раствор 10 г/дм^3 (1%-ный), к которому прибавляют кристалл сулемы для стойкости при хранении.

Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72.

Приготовление йодно-ртутного раствора

Йодно-ртутный раствор (раствор Гюбля) готовят смешиванием отдельно приготовленных спиртовых растворов двухлористой ртути (сулемы) и йода.

25 г йода растворяют в 500 см^3 спирта 950 г/дм^3, а 30 г сулемы растворяют в 500 см^3 спирта 950 г/дм^3 и профильтровывают. Оба раствора хранят в отдельных склянках из темного стекла с притертыми пробками и смешивают в равных объемах за 48 ч до начала определения.

Проведение испытания

В конической колбе с притертой пробкой взвешивают 0,2 г профильтрованного жира с абсолютной погрешностью не более 0,0002 г, приливают 15-20 см^3 хлороформа, свободного от перекисей, и 25 см^3 йодно-ртутного раствора. Колбу закрывают притертой пробкой, смоченной раствором йодистого калия, во избежание улетучивания йода. Содержимое колбы осторожно перемешивают. Колбу ставят в темное место при температуре 20 °С на 24 ч.

По окончании настаивания в колбу приливают 15 см^3 раствора йодистого калия 100 г/дм^3 и 100 см^3 дистиллированной воды. Если при этом выпадает осадок йодистой ртути, не растворяющийся при взбалтывании, добавляют еще 5 см^3 раствора йодистого калия.

Смесь взбалтывают и титруют выделившийся йод раствором серноватистокислого натрия 0.1 моль/дм^3 до светло-желтой окраски. После этого прибавляют 1 см^3 раствора крахмала 10 г/дм^3 и продолжают титрование до исчезновения синего окрашивания.

Одновременно проводят контрольное определение без навески жира.

Обработка результатов

Йодное число (X_{31}) в 1 г йода на 100 г жира вычисляют по формуле:

где 0,01269 — количество йода, соответствующее 1 см^3 раствора тиосульфата натрия 0,1 моль/дм^3, г; *К* — коэффициент пересчета на точный раствор 0,1 моль/дм^3 тиосульфата натрия; V — объем раствора тиосульфата натрия 0,1 моль/дм^3, израсходованный в контрольном анализе, см^3; vi — объем раствора тиосульфата натрия 0,1 моль/дм^3, израсходованный в рабочем анализе, см^3; *m* — навеска жира, г.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 1 г йода.

Вычисление проводят до единицы.

Определение йодного числа титрованием с использованием солянокислого раствора хлористого йода

Сущность метода — см. п. 7.13.1.1.

Аппаратура, материалы и реактивы

Весы аналитические класса 2 с пределами измерений от 0 до 200 г по ГОСТ

24104-80.

Колбы по ГОСТ 25336—82 с притертой пробкой, вместимостью 350-500 $см^3$.

Колбы мерные по ГОСТ 1770-74 вместимостью 1 $дм^3$.

Пипетки стеклянные по ГОСТ 20292-74 вместимостью 1; 3 и 10 $см^3$.

Часы песочные по ГОСТ 10576-74 на 5, 10 и 15 мин.

Воронка делительная по ГОСТ 25336-82 вместимостью 500 $см^3$.

Цилиндр мерный по ГОСТ 1770-74 вместимостью 100 $см^3$ с делениями через 1 $см^3$.

Хлороформ по Госфармакопее СССР.

Кислота соляная по ГОСТ 3118-77.

Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72.

Эфир медицинский по Госфармакопее СССР, свободный от перекисей.

Калий йодистый по ГОСТ 4232-74, водный раствор 100 г/$дм^3$ (10%-ный).

Натрий серноватистокислый (тиосульфат), водный раствор 0,1 моль/$дм^3$.

Крахмал растворимый по ГОСТ 10163-76, раствор 10 г/$дм^3$(1%-ный) свежеприготовленный.

Калий йодноватокислый по ГОСТ 4202-75.

Приготовление раствора хлористого йода 0,2 *моль/дм*^{3} (0,2 *н*)

В склянку с притертой пробкой вносят 11,1 г йодистого калия, 7 г йодноватокислого калия, 50 $см^3$ воды, 50 $см^3$ концентрированной соляной кислоты и взбалтывают до полного растворения йода. Приливают 20 $см^3$ хлороформа и добиваются фиолетовой окраски слоя хлороформа добавлением по каплям водного раствора йодноватокислого калия 10 г/$дм^3$ при энергичном взбалтывании.

После отстаивания водный слой сливают в мерную колбу и доводят объем дистиллированной водой до 1 $дм^3$. Реактив хранят в склянке темного стекла.

Проведение анализа

В колбу с притертой пробкой отвешивают с абсолютной погрешностью не более 0,0001 г 0,08-0,12 г профильтрованного жира.

Для растворения жира в колбу приливают 3 $см^3$ этилового эфира, свободного от перекисей, и добавляют из бюретки 25 $см^3$ 0,2 моль/$дм^3$ солянокислого раствора хлористого йода.

Колбу плотно закрывают пробкой, перемешивают и оставляют стоять 5-10 мин, затем вносят 10 $см^3$ раствора йодистого калия 100 г/$дм^3$, 50 $см^3$ дистиллированной воды и выделившийся йод титруют раствором тиосульфата натрия 0,1 моль/$дм^3$ до светло-желтой окраски.

После этого в колбу прибавляют 1 $см^3$ свежеприготовленного раствора крахмала 10 г/$дм^3$, 2-3 $см^3$ хлороформа, свободного от перекисей, и продолжают титрование до полного исчезновения синего окрашивания.

Одновременно проводят контрольное определение без навески жира.

Обработка результатов

Йодное число (X_{J2}) в 1 г йода на 100 г жира вычисляют по формуле:

где 0,01269 — количество йода, соответствующее 1 $см^3$ раствора тиосульфата натрия 0,1 моль/$дм^3$, г; *K* — коэффициент пересчета на точный раствор тиосульфата натрия 0,1 моль/$дм^3$; V— объем раствора тиосульфата натрия 0,1 моль/$дм^3$, израсходованный в контрольном анализе, $см^3$; У, — объем раствора тиосульфата натрия 0,1 моль/$дм^3$, израсходованный в рабочем анализе, $см^3$; *m* — навеска жира, г.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 3 г. Вычисление проводят до единицы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 17

ГОСТ 11254-85. ЖИРЫ ЖИВОТНЫЕ ТОПЛЕНЫЕ И МУКА КОРМОВАЯ

ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИОКИСЛИТЕЛЕЙ

Настоящий стандарт распространяется на пищевые и кормовые животные топленые жиры и кормовую муку животного происхождения и устанавливает методы определения антиокислителей: бутилокситолуола, бутилоксианизола, бутилокси-толуола и бутилоксианизола при их совместном присутствии, сантохина и ниф-лекса-Д.

ОТБОР ПРОБ

Отбор проб - по ГОСТ 8285-74 и ГОСТ 17681-82.

АППАРАТУРА, МАТЕРИАЛЫ И РЕАКТИВЫ

Для проведения испытаний используют следующие аппаратуру, материалы и реактивы:

аппарат для отгонки;

аппарат встряхивающий;

баню водяную;

баню масляную;

баню со льдом;

электроплитку с закрытой спиралью по ГОСТ 306-76;

весы лабораторные общего назначения, 1-го и 2-го классов точности с наибольшим пределом взвешивания в интервале $1x10^{-3}$-200 г по ГОСТ 24104-80;

вазелин медицинский по ГОСТ 3582-84;

масло минеральное (температура дымообразования 270 °С, температура воспламенения 360 °С — масло Вапор Т);

спектрофотомер типа СФ-4 или фотометр типа ФТ-2, или фотоэлектроколориметр марки ФЭК 56М, или других аналогичных марок;

жидкость силиконовую температурой вспышки не ниже 300 °С;

колбы конические из термостойкого стекла вместимостью 1000 или 2000 $см^3$ и колбы конические с пришлифованной пробкой вместимостью 25, 50 и 100 $см^3$ по ГОСТ 25336-82;

колбы мерные вместимостью 50, 100, 200, 250 $см^3$ по ГОСТ 1770-74;

пипетки вместимостью 0,5,1,0, 2,0, 5,0, 10,0, 20,0 $см^3$ по ГОСТ 20292-74;

холодильник стеклянный лабораторный типа ХПТ-КШ 600 по ГОСТ 25336-82;

термометр стеклянный технический по ГОСТ 2823-73 или лабораторный по ГОСТ 215-73;

цилиндры исполнений 1 и 2 (с пришлифованной пробкой) вместимостью 25,50, 250 $см^3$ по ГОСТ 1770-74;

воронки стеклянные лабораторные, диаметром 50 мм и делительные вместимостью 250 $см^3$ по ГОСТ 2.5336-82;

стаканы стеклянные вместимостью 50, 100 и 150 $см^3$ по ГОСТ 25336-82;

колбы Вюрца вместимостью 250 $см^3$ по ГОСТ 25336-82;

банки стеклянные вместимостью 200, 250 $см^3$ по ГОСТ 15844-80;

кальций хлористый кристаллический, х. ч., по ГОСТ 4460—77;

магний хлористый по ГОСТ 4209-77, водный раствор (100 г хлористого магния в 50 см^3 дистиллированной воды);
железо хлорное по ГОСТ 4147-74, свежеприготовленный 0,2%-ный водный раствор;
спирт этиловый ректификованный технический по ГОСТ 18300-72, 96, 72 и 50%-ные водные растворы;
бутанол-1 по ГОСТ 6006-78, х. ч.;
а, а'-дипиридил (0,2 г а, а'-дипиридила растворяют в 1 см^3 96%-ного этилового спирта и доводят объем до 100 см^3 дистиллированной водой);
бутилокситолуол (ионол) кристаллический;
спирт изопропиловый по ГОСТ 9805-76;
кислоту соляную по ГОСТ 3118-77, концентрированную, 5%-ный раствор, 1 моль/дм^3;
натрий азотистокислый по ГОСТ 4197-74, 0,2 и 0,5%-ные водные растворы и 2,5%-ный спиртовой раствор;
хлороформ технический по ГОСТ 20015-74;
2,6-дихлорхинонхлоримид, свежеприготовленный 0,01 %-ный спиртовый раствор;
глицерин дистиллированный по ГОСТ 6824-76;
паранитроанилин, 0,5%-ный спиртовый раствор;
кислоту сульфаниловую по ГОСТ 5821-78 (0,5% сульфаниловой кислоты в 5%-ном растворе соляной кислоты);
натрия гидроокись по ГОСТ 4328-77, 0,1 моль/дм^3 (0,1 Н.) раствор;
натрий тетраборнокислый, 10-водный (бура) по ГОСТ 4199-76,2%-ный водный раствор;
эфир петролейный;
бутилоксианизол кристаллический;
воду дистиллированную по ГОСТ 6709-72;
о-дианизидин;
натрий хлористый по ГОСТ 4233-77, х. ч., насыщенный раствор;
ацетон по ГОСТ 2603-79;
сантохин;
нифлекс-Д;
бумагу фильтровальную лабораторную по ГОСТ 12026-76.

ПОДГОТОВКА К АНАЛИЗУ

Приготовление солянокислого раствора о-дианизидина

Навеску 0,5 го-дианизидина помещают в 100 см^3 изопропилового спирта и хорошо взбалтывают. Смесь фильтруют, 40 см^3 фильтрата переносят в мерную колбу вместимостью 100 см^3 и доводят до метки 1 моль/дм^3 раствором соляной кислоты.

Приготовление основного и стандартного растворов бутилокситолуола

Для приготовления основного раствора навеску бутилокситолуола массой 0,04 г

переносят 96%-ным этиловым спиртом в мерную колбу вместимостью 200 см^3 и после растворения доводят этиловым спиртом до метки при температуре 20 °С. Основной раствор содержит 0,2 мг бутилокситолуола в 1 см^3. Раствор можно хранить на холоде в темноте до 1 мес.

Для приготовления стандартного раствора бутилокситолуола берут 5 см^3 основного раствора, переносят его пипеткой в мерную колбу вместимостью 50 см^3 и доводят до метки 50%-ным спиртом при температуре 20 °С. Стандартный раствор содержит 0,02 мг бутилокситолуола в 1 см^3; приготовляется в день проведения испытания.

Приготовление основного и стандартного растворов бутилоксианизола

Для приготовления основного раствора бутилоксианизола навеску бутилоксианизола массой 0,04 г переносят 96%-ным этиловым спиртом в мерную колбу вместимостью 200 см^3 и после растворения доводят спиртом до метки при температуре 20 °С. Основной раствор содержит 0,2 мг бутилоксианизола в 1 см^3. Раствор можно хранить на холоде в темноте в течение нескольких суток.

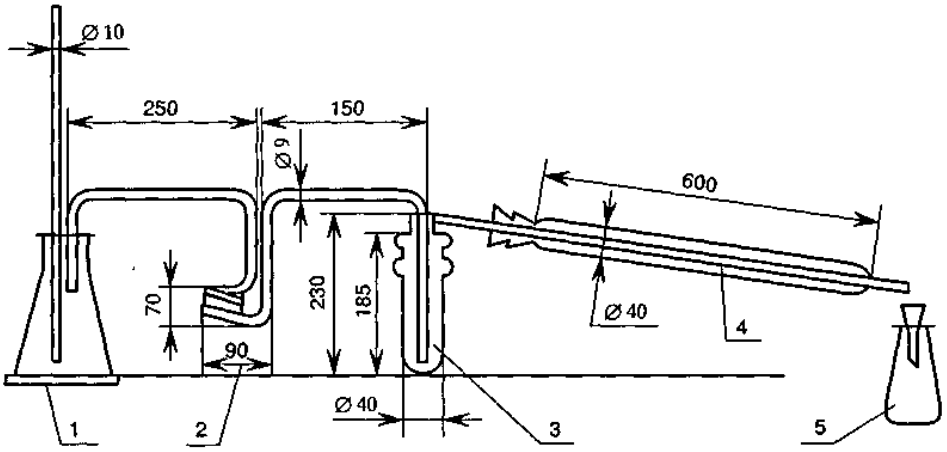
Для приготовления стандартного раствора бутилоксианизола берут пипеткой 5 см^3 основного раствора в мерную колбу вместимостью 50 см^3 и доводят объем до метки при температуре 20 °С 72%-ным этиловым спиртом. Стандартный раствор содержит 0,02 мг бутилоксианизола в 1 см^3; приготовляется в день проведения испытания.

Приготовление 2,5%-ного раствора азотистокислого натрия

Навеску 2,5 г азотистокислого натрия растворяют в 20 см^3 дистиллированной воды, раствор переносят в мерную колбу вместимостью 100 см^3 и доводят до метки 96%-ным этиловым спиртом. Раствор можно хранить в темном прохладном месте до 1 мес.

Подготовка аппарата для отгонки

Аппарат для отгонки изображен на чертеже. В качестве парообразователя 1 применяют коническую колбу вместимостью 1000 или 2000 см^3. В колбу помещают несколько кусочков стекла или промытой и высушенной пемзы. Резиновая пробка в колбе имеет два отверстия: в одно вставляют предохранительную трубку диаметром 10-12 мм и длиной 70-100 см, в другое — трубку для подачи пара диаметром 8 мм, пришлифованную к пароперегревателю 2. Парообразователь устанавливают на электроплитке.



Чертеж аппарата для отгонки

1 — парообразователь; *2* — пароперегреватель; *3* — сосуд для отгонки; *4* — холодильник; *5* — приемник

Пароперегреватель представляет собой стеклянный змеевик из термостойкого стекла. Он помещен в металлическую баню с минеральным маслом. В баню погружают термометр и устанавливают ее на электроплитке.

Сосуд для отгонки 3 помещают в металлическую баню с минеральным маслом. Верхняя съемная часть сосуда имеет шлифы для присоединения к пароперегревателю и холодильнику 4. Баню устанавливают на электроплитке.

В качестве приемника 5 используют цилиндр или колбу с пришлифованной пробкой. В отверстие приемника вставляют воронку.

Допускается использовать упрощенный аппарат для отгонки: парообразователь 1 непосредственно соединяют с сосудом для отгонки 3 резиновой трубкой, а с холодильником 4 — при помощи корковой пробки. Можно заменить сосуд для отгонки 3 колбой Вюрца вместимостью 250 см^3. Нагревание проводят на газовых горелках или электроплитках.

Построение градуировочного графика для определения бутилокситолуола

В конические колбы с пришлифованными пробками вместимостью 25, 50 см^3 вносят стандартный раствор бутилокситолуола и 50%-ный этиловый спирт в количествах, указанных в табл. II.

Затем в одну из колб добавляют 2 см^3 раствора а, а'-дипиридила, перемешивают, добавляют 2 см^3 раствора хлорного железа, снова перемешивают, включают секундомер и оставляют раствор в темноте точно на 30 мин.

Через каждые 5 или 10 мин ставят новую колбу.

По истечении 30 мин в колбу добавляют 5 см^3 бутанола-1, перемешивают и ставят в темное место на 5 мин.

Таблица 1

Номер колбы	Стандартный раствор бутилокситолуола, $см^3$	Этиловый спирт 50%-ный, $см^3$	Содержание бутилокситолуола, мг
1	0,00	8,00	0,000
2	0,00	8,00	0,000
3	0,25	7,75	0,005
4	0,50	7,50	0,010
5	1,00	7,00	0,020
6	1,50	6,50	0,030
7	2,00	6,00	0,040
8	2,50	5,50	0,050

По истечении 5 мин раствор помещают в кюветы заранее включенного прибора и через 2 мин измеряют интенсивность окраски относительно 50%-ного этилового спирта.

Независимо от используемого прибора применяют такую кювету, чтобы толщина измеряемого слоя была равна 1 см.

Измерение проводят, начиная с контрольного опыта и наименьшей концентрации антиокислителя в растворе, при этом кюветы ополаскивают два-три раза небольшим количеством измеряемого раствора. Для ополаскивания и заполнения кюветы фотометра применяют маленькую стеклянную воронку с тонкооттянутым концом.

Такое определение, начиная каждый раз с приготовления нового спиртового раствора бутилокситолуола, проводят три раза и берут средние данные для каждого раствора одной и той же концентрации. По полученным данным строят градуировочный график на миллиметровой бумаге размером примерно 25x25 см.

На оси абсцисс откладывают концентрацию бутилокситолуола (мг/17 $см^3$ окрашенного раствора); на оси ординат — соответствующую величину оптической плотности *О*.

Построение градуировочного графика для определения бутилоксианизола

В конические колбы с пришлифоваными пробками вместимостью 25,50 $см^3$ вносят стандартный раствор бутилоксианизола и 72%-ный этиловый спирт в количествах, указанных в табл. П.

Затем в одну из колб добавляют 2 $см^3$ раствора 2,6-дихлорхинонхлоримида, перемешивают, добавляют 2 $см^3$ раствора буры, снова перемешивают, включают секундомер и оставляют раствор точно на 15 мин. Через каждые 5 мин ставят новую колбу.

По истечении 15 мин измеряют интенсивность окраски раствора, содержащегося в первой колбе, на заранее включенном и подготовленном приборе, относительно 72%-ного этилового спирта.

Независимо от используемого прибора применяют такую кювету, чтобы толщина измеряемого слоя была равна 1 см.

Таблица II

Номер колбы	Стандартный раствор бутилоксианизола, см^3	Этиловый спирт 72%-ный, см^3	Содержание бутилоксианизола, мг
1	0,0	12,0	0,00
2	0,0	12,0	0,00
3	0,5	11,5	0,01
4	1,5	10,5	0,03
5	3,0	9,0	0,06
6	4,0	8,0	0,08
7	5,0	7,0	0,10
8	7,5	4,5	0,15

Измерение проводят, начиная с контрольного опыта и наименьшей концентрации антиокислителя в растворе, при этом кюветы ополаскивают два-три раза небольшим количеством измеряемого раствора. Для ополаскивания и заполнения кюветы фотометра применяют маленькую стеклянную воронку с тонкооттянутым концом.

Такое определение, начиная каждый раз с приготовления нового спиртового раствора бутилоксианизола, проводят три раза и берут средние данные для каждого раствора одной и той же концентрации.

По полученным данным строят градуировочный график на миллиметровой бумаге размером примерно 25*25 см.

На оси абсцисс откладывают концентрацию бутилоксианизола (мг/16 см^3 окрашенного раствора), на оси ординат — соответствующую величину оптической плотности *О*.

Построение градуировочного графика для определения сантохина или нифлекса-Д в топленом жире

Жир, который служит исходным образцом для приготовления серии проб, готовят с массовой долей антиокислителя 0,05 % (на 50 г кормового жира 25 мг антиокислителя). В шесть химических стаканов вместимостью 100,150 см^3 вносят жир с антиокислителем и без антиокислителя в соотношениях, предусмотренных табл. III.

Определение антиокислителя проводят по п. 4.8.

Измерение интенсивности окраски начинают с раствора, имеющего наименьшую концентрацию антиокислителя. При этом кюветы споласкивают два-три раза небольшим количеством измеряемого раствора. Такое определение проводят три раза, начиная каждый раз с приготовления нового исходного жира, и берут средние данные для каждого раствора одной и той же концентрации.

По полученным данным строят градуировочный график на миллиметровой бумаге размером примерно 25 х 25 см.

На оси абсцисс откладывают концентрацию антиокислителя (мкг/1 см^3 окрашенного раствора), на оси ординат — соответствующую величину оптической плотности *О*.

Таблица III

Массовая доля антиокислителя в жире, %	Количество			
	основного образца жира с антиокислителем, г	добавляемого жира без антиокислителя, г	раствора после проведения цветной реакции, $см^3$	антиокислителя в 1 $см^3$ раствора, мкг
0,050	10	–	30	50
0,040	8	2	30	40
0,030	6	4	30	30
0,020	4	6	30	20
0,010	2	8	30	10
0,006	1	9	30	5

Построение градуировочного графика для определения сантохина или нифлекса-Д в кормовой муке

Готовят кормовую муку с массовой долей антиокислителя 0,01% (10 мг антиокислителя растворяют в 10-15 $см^3$ 96%-ного этилового спирта и смешивают со 100 г кормовой муки). Полученная смесь служит исходным образцом для приготовления серии проб. В шесть химических стаканов вместимостью по 100, 150 $см^3$ каждый вносят муку без антиокислителя и с антиокислителем в соотношениях, указанных в табл.IV.

Таблица IV

Массовая доля антиокислителя в муке, %	Количество			
	основного образца муки с антиокислителем, г	добавляемой муки без антиокислителя, г	раствора после проведения цветной реакции, $см^3$	антиокислителя в 1 $см^3$ раствора, мкг
0,0002	0,4	19,6	40	1
0,001	2,0	18,0	40	5
0,002	4,0	16,0	40	10
0,004	8,0	12,0	40	20
0,006	12,0	8,0	40	30
0,008	16,0	4,0	40	40

Определение антиокислителя в образцах проводят по п. 4.10, доводя объем растворов перед измерением интенсивности окраски до 40 $см^3$. Кюветы спектрофотометра перед измерением споласкивают два-три раза небольшим количеством испытуемого раствора. Подготовку проб для градуировочного графика проводят три раза, начиная каждый раз с приготовления нового основного образца кормовой муки.

Все три измерения вносят в табл. IV и берут средние данные для каждого раствора одной и той же концентрации. По полученным средним данным строят градуировочный график на миллиметровой бумаге размером 25x25 см.

На оси абсцисс откладывают концентрацию антиокислителя (мкг/$см^3$ окрашенного

раствора), на оси ординат — соответствующее значение оптической плотности *O*.

МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Количественный метод определения бутилокситолуола

Метод применяется при возникновении разногласий в оценке качества.

Проведение анализа

Бутилокситолуол выделяют из жира или кормовой муки отгонкой перегретым паром и определяют его количество в дистилляте цветной реакцией с хлорным железом и а, а'-дилиридилом.

Масляную баню для пароперегревателя нагревают до температуры (200±20) °С, а баню для сосуда для отгонки — до (160±10) °С.

Парообразователь нагревают до температуры кипения воды, регулируют кипение таким образом, чтобы при отгонке образовывалось примерно 4 $см^3$ дистиллята в 1 мин.

В сосуд для отгонки помещают 16 г безводного порошкообразного хлористого кальция и 10 $см^3$ дистиллированной воды. Сосуд с содержимым охлаждают примерно до комнатной температуры и помещают в него 5 г жира или 5 г кормовой муки. Верхнюю часть пробки слегка смазывают вазелином и вставляют ее в сосуд. Сосуд для отгонки соединяют с пароперегревателем и холодильником. Быстро соединяют парообразователь с пароперегревателем и немедленно ставят масляную баню под сосуд для отгонки. Сразу же завертывают мягким асбестом, закрепляя очень мягкой проволокой места соединения сосуда для отгонки с пароперегревателем и холодильником. Дистиллят собирают в приемник. Скорость дистилляции должна быть такой, чтобы 125 $см^3$ дистиллята были отогнаны за (30 ±5) мин.

После того как в приемнике соберется 125 $см^3$ дистиллята, электроплитки выключают, разъединяют пароперегреватель и сосуд для отгонки, отодвигают баню от сосуда для отгонки. Холодильник наклоняют, чтобы капли жидкости стекли в приемник.

Содержимое приемника переливают через воронку в мерную колбу (вместимостью 250 $см^3$) с пришлифованной пробкой. Затем осторожно спускают из холодильника воду и тщательно промывают прямую трубку холодильника не менее шести раз горячим 96%-ным этиловым спиртом температурой 70 $^oС$ порциями по 15-20 $см^3$, обмывая каждый раз приемник и перенося жидкость в мерную колбу с отгоном. Когда в мерной колбе соберется около 250 $см^3$ жидкости, ее охлаждают до комнатной температуры, закрывают пробкой, хорошо перемешивают, доводят 96 %-ным этиловым спиртом до 250 $см^3$ и снова перемешивают.

Во время отгонки, и особенно во время отключения и спуска воды из холодильника, нельзя допускать попадания капель воды в горячее масло. Масляные или глицериновые бани должны быть неплотно прикрыты специальными крышками или кусками асбеста.

Пароперегреватель должен всегда оставаться погруженным в масляную или глицериновую баню.

После окончания отгонки и разъединения всех частей аппарата сосуд для отгонки вынимают из бани, слегка охлаждают, удаляют верхнюю часть сосуда (пробку с отводами). Сосуд сначала отмывают горячей водой от хлористого кальция и большей части жира. Затем обе части сосуда моют горячим мыльно-содовым раствором, водой, теплым ацетоном, споласкивают водой, спиртом и высушивают.

Для проведения цветной реакции в две конические колбы (вместимостью 50 см^3) с пришлифованными пробками отмеривают пипеткой по 8 см^3 50%-ного спирта (колбы 1 и 2), в две другие такие же колбы — по 8 см^3 дистиллята (колбы 3 и 4) и еще в две колбы — по 1,6 см^3 стандартного раствора бутилокситолуола и по 6,4 см^3 50%-ного спирта (колбы 5 и 6).

В колбу 1 прибавляют 2 см^3 раствора а, а'-дипиридила, смешивают, после чего прибавляют 2 см^3 раствора хлорного железа, снова смешивают и немедленно ставят колбу в темное место на 30 мин.

Спустя 30 мин в колбу добавляют 5 см^3 бутанола- 1 , смешивают и ставят в темное место на 5 мин. По истечении 5 мин раствор помещают в кюветы заранее включенного спектрофотометра или фотометра, или фотоэлектроколориметра и через 2 мин измеряют интенсивность розовой окраски исследуемого раствора в отношении 50%-ного спирта.

Измерение на спектрофотометре проводят при длине волны 515 нм, на фотометре с зеленым светофильтром и эффективной длиной волны 510 нм.

По истечении 5 или 10 мин с момента добавления в колбу 1 раствора хлорного железа аналогичным образом обрабатывают подготовленные растворы и в других колбах через интервалы во времени 5 или 10 мин между каждой последующей колбой.

Обработка результатов

При измерении интенсивности окраски раствора при помощи спектрофотометра отсчет снимают в величинах оптической плотности; при измерении при помощи фотометра — в процентах пропускания света. В последнем случае величину пропускания света Г в процентах следует перевести в величину оптической плотности ^ по формуле:

Массовую долю бутилокситолуола (X) в процентах вычисляют по формуле:

где $D_{исп}$— оптическая плотность испытуемого раствора; $D_{к}$ — оптическая плотность контрольного раствора; 0,032 — концентрация бутилокситолуола в 1,6 см^3 стандартного раствора, взятого для проведения цветной реакции, мг; 250 — объем дистиллята, разбавленный спиртом, см^3; 100 — коэффициент пересчета в проценты; $D_{ст}$ — оптическая плотность стандартного раствора; 8 — количество испытуемого раствора (дистиллята), взятое для проведения цветной реакции, см^3;

5 — масса навески жира или кормовой муки, г; 1000 — коэффициент пересчета в граммы.

Расхождения между результатами параллельных определений из одного дистиллята (колбы 3 и 4), выраженные в величинах оптической плотности, не должны превышать 0,005.

Расхождения между результатами параллельных определений из двух разных дистиллятов одной партии жира или кормовой муки не должны превышать 5% при массовой доле в жире или в кормовой муке антиокислителя от 0,01 до 0,02% и 10% — при массовой доле антиокислителя менее 0,01%.

Пример. Навеска 5 г. Для проведения цветной реакции в колбы 3 и 4 взято по 8 $см^3$ дистиллята; в колбы 5 и 6 — по 1,5 $см^3$ стандартного раствора бутилокситолуола; колбы 1 и 2 — контрольные.

При измерении интенсивности окраски фотометром типа ФТ-2 получены следующие величины пропускания света в процентах:

колба 1	контрольный раствор	86,8	средняя	86,7
колба 2		86,6		
колба 3	испытуемый раствор (дистиллят)	56,4	средняя	56,3
колба 4		56,2		
колба 5	стандартный раствор бутилокситолуола	55,1	средняя	55,1
колба 6		55,1		

Каждую полученную величину пропускания света в процентах пересчитывают на величину оптической плотности по формуле:

Расчет проводят по формуле, указанной в п. 4.1.2:

Обработка результатов с применением градуировочного графика

Величину оптической плотности контрольного измерения вычитают из величины оптической плотности, полученной при измерении испытуемого раствора.

Массовую долю бутилокситолуола (X,) в процентах вычисляют по данной величине оптической плотности с помощью градуировочного графика по формуле:

где *С* — концентрация бутилокситолуола в 17 $см^3$ окрашенного раствора, найденная по градуировочному графику, мг; 250 — вместимость мерной колбы, в которую сливают спиртовые экстракты, $см^3$; 100 — коэффициент пересчета в проценты; V— объем раствора бутилокситолуола в 50 %-ном спирте, взятый для

проведения цветной реакции, см^3; 5 — масса навески жира или кормовой муки, г; 1000 — коэффициент пересчета в граммы.

Ускоренный количественный метод определения бутилокситолуола

Массовую долю бутилокситолуола определяют путем выделения его из жира перегонкой с водяным паром без применения перегретого пара.

Испытание проводят в упрощенном аппарате для отгонки.

В сосуд для отгонки помещают 16 г безводного порошкообразного хлористого кальция и 10 см^3 дистиллированной воды или 15 см^3 раствора хлористого магния. Дальнейшее определение и цветную реакцию проводят, как указано в п. 4.1.1.

Обработку результатов проводят по п. 4.1.2.

После перегонки сосуд для отгонки или колбу Вюрца обмывают сначала горячей водой, далее моют горячим раствором кальцинированной соды, промывают водой, моют хромовой смесью, тщательно промывают водой и высушивают.

Качественная реакция определения бутилокситолуола

1 г жира расплавляют в пробирке на водяной бане с 5 см^3 изопропилового спирта и прибавляют 2 см^3 солянокислого раствора о-дианизидина и 1 см^3 0,2%-ного раствора азотистокислого натрия. Оставляют стоять 10 мин. По истечении 10 мин смесь взбалтывают с 5 см^3 хлороформа. Розовый нижний слой указывает на присутствие бутилокситолуола.

Количественный метод определения бутилоксианизола

Метод применяется при возникновении разногласий в оценке качества.

Проведение анализа

Содержание бутилоксианизола определяют путем экстракции его 72%-ным спиртом из раствора жира в петролейном эфире с последующим определением количества бутилоксианизола в экстракте цветной реакцией с 2,6-дихлорхинонхлор-имидом. Навеску жира 5 г помещают в химический стакан вместимостью 50,100 см^3, расплавляют и переносят в делительную воронку. Оставшийся жир в стаканчике смывают 25 см^3 петролейного эфира в ту же воронку. В воронку добавляют 10 см^3 72%-ного этилового спирта, встряхивают в течение 3 мин, дают разделиться слоям и нижний слой сливают в мерную колбу вместимостью 50 см^3.

Аналогичную процедуру экстракции этиловым спиртом повторяют еще два раза. Четвертую экстракцию проводят 20 см^3 72%-ного этилового спирта в течение 1 мин. Объединенные экстракты доводят 72%-ным этиловым спиртом до метки, смешивают и фильтруют через плотный двойной фильтр.

Аликвотные части (например, 0,5 или Л см^3, но не более 12 см^3) прозрачного фильтрата помещают в колбы с пришлифованными пробками, доводят объем до 12 см^3 72%-ным этиловым спиртом, добавляют в каждую колбу по 2 см^3 0,01%-ного раствора 2,6-дихлорхинонхлоримида в 96%-ном этиловом спирте, перемешивают и затем добавляют по 2 см^3 водного раствора буры и снова перемешивают.

По истечении 15 мин измеряют поглощение света в отношении 72%-ного

раствора этилового спирта при длине волны 615 им при помощи спектрофотометра или фотометра со светофильтром максимумом пропускания при длине волны 615 (или 635) нм или при помощи фотоэлектроколориметра. В обе колбы добавляют реактивы с интервалом не менее 5 мин.

Контрольный опыт на реактивы проводят следующим образом: берут 12 см^3 72%-ного этилового спирта, 2 см^3 раствора 2,6-дихлорхинонхлоримида и 2 см^3 раствора буры (две колбы). Измеряют поглощение света по истечении 15 мин. Количество исследуемого раствора, необходимое для цветной реакции, подбирают в зависимости от содержания в нем бутилоксианизола.

Обработка результатов

Значение величины оптической плотности контрольного измерения вычитают из значения величины оптической плотности, полученного при измерении испытуемого раствора.

Массовую долю бутилоксианизола (X_2) в процентах вычисляют по данному значению величины оптической плотности при помощи градуировочного графика но формуле:

где *С* — концентрация бутилоксианизола в 16 см^3 окрашенного раствора, найденная по градуировочному графику, мг; 50 — вместимость мерной колбы, в которой объединяются спиртовые экстракты, см^3; 100 — коэффициент для пересчета в проценты; V— объем раствора бутилоксианизола в 72%-ном этиловом спирте, взятый для проведения цветной реакции, см^3; 5 — масса навески жира, г; 1000— коэффициент для пересчета в граммы.

При измерении на фотометре величины пропускания света Г в процентах переводят в величины оптической плотности D по формуле:

Расхождения между результатами параллельных определений из одного экстракта, выраженные в величинах оптической плотности, не должны превышать 0,005.

Расхождения между результатами параллельных определений из двух разных экстрактов одной партии жира не должны превышать 5% при массовой доле антиокислителя в жире от 0,01 до 0,02% и 10% — при массовой доле антиокислителя менее 0,01%.

Ускоренный количественный метод определения бутилоксианизола

Бутилоксианизол определяют путем выделения его из жира перегонкой с водяным паром в соответствии с п. 4.2.

Количество бутилоксианизола определяют в отгоне при помощи цветной реакции с 2,6-дихлорхинонхлоримидом в соответствии с п. 4.4.1, но без прибавления бутанола, при помощи фотоэлектроколориметра с красным светофильтром.

Обработка результатов — по п. 4.4.2.

Качественная реакция определения бутилоксианизола

1 г жира расплавляют в пробирке на водяной бане с 2 см^3 72%-ного раствора этилового спирта. К полученной эмульсии прибавляют 1 см^3 смеси (1 часть раствора азотистокислого натрия и 99 частей сульфаниловой кислоты), перемешивают и прибавляют 1,2 см^3 0,1 моль/дм^3 (0,1 н) раствора гидроокиси натрия.

Пурпурово-красное окрашивание смеси указывает на присутствие бутилоксианизола.

Метод определения бутилокситолуола и бутилоксианизола при их совместном присутствии

Проведение анализа

Бутилокситолуол и бутилоксианизол при их совместном присутствии определяют путем выделения их из жира отгонкой с перегретым паром с последующим определением суммарного количества обоих антиокислителей в дистилляте цветной реакцией с раствором хлорного железа и а, а'-дипиридилом, Бутилоксианизол в жире определяют в отдельной порции дистиллята цветной реакцией, с 2,6-дихлорхинонхлоримидом. Бутилокситолуол определяют по разности между суммарным количеством обоих антиокислителей в жире и количеством бутилоксианизола.

Дистилляция и цветная реакция с а, а'-дипиридилом проводятся так же, как описано в п. 4.1.1.

Для определения бутилоксианизола в две колбы с пришлифованными пробками помещают аликвотные части дистиллята и доводят объем до 12 см^3 50%-ным этиловым спиртом. В две другие колбы помещают по 12 см^3 50%-ного этилового спирта.

В каждую из колб прибавляют по 2 см^3 раствора 2,6-дихлорхинонхлоримида и по 2 см^3 раствора буры; растворы смешивают. По истечении 15 мин прибавляют в каждую колбу 5 см^3 бутанола, смешивают и измеряют в отношении контрольного раствора. Оптическую плотность раствора измеряют при длине волны 615 нм.

Обработка результатов

Обработка результатов — по п. 4.4.2, при этом в числитель формулы массовой доли бутилоксианизола вводят коэффициент 1,3.

Количественный метод определения сантохина или нифлекса-Д

Метод определения массовой доли сантохина или нифлекса-Д в кормовом жире основан на экстракции его ацетоном и определении по цветной реакции с нитритом натрия и соляной кислотой.

Проведение анализа

Навеску кормового жира массой 3 г помещают в химический стакан вместимостью 50, 100 см^3 и расплавляют на водяной бане при температуре 70-90 °С.

В стакан с расплавленным жиром приливают 25 см^3 ацетона и перемешивают смесь в течение 4 мин. Затем сюда же добавляют 5 см^3 насыщенного раствора хлористого натрия, 5 капель концентрированной соляной кислоты, 2-3 г

кристаллического хлористого натрия — и стакан со смесью ставят в баню со льдом, продолжая перемешивание. Когда жир выделится, раствор фильтруют через бумажный фильтр в коническую колбу вместимостью 50,100 см^3, осадок в стакане и на фильтре промывают 5 см^3 ацетона. Весь процесс фильтрации проводят при охлаждении, помещая колбу и стакан в баню со льдом. Фильтрат должен быть прозрачным, при наличии взвеси его вторично фильтруют в цилиндр с притертой пробкой вместимостью 50 см^3.

Одновременно проводят контрольное определение, в котором жир заменяют 20 см^3 ацетона.

Измеряют объем полученного фильтрата и 96%-ным этиловым спиртом доводят до 20 см^3, сюда же вносят 1 см^3 2,5%-ного водноспиртового раствора азотистокислого натрия, 5 капель концентрированной соляной кислоты, доводят спиртом до 30 см^3, тщательно перемешивают и выдерживают 30 мин в темноте.

Интенсивность окраски растворов измеряют относительно контрольного опыта на реактивы спектрофотометром типа СФ-4 А (длина волны 490 нм) или фотоэлектроколориметром с сине-зеленым светофильтром, пользуясь кюветой с толщиной измеряемого слоя 1 см.

Обработка результатов

Концентрацию антиокислителя, соответствующую измеренной оптической плотности, находят по градуировочному графику.

Массовую долю антиокислителя (X_3) в процентах вычисляют по формуле:

где C — концентрация антиокислителя в 1 см^3 окрашенного раствора, найденная по градуировочному графику, мкг; V — объем полученного окрашенного раствора, см^3; 100 — коэффициент пересчета в проценты; m — масса испытуемой пробы, г; 10^6 — коэффициент пересчета в граммы.

Результаты двух параллельных определений рассчитывают до третьего десятичного знака.

Минимальная концентрация антиокислителя, определяемая данным методом, равна 0,2 мг в 100 г образца.

Предел возможных значений погрешности измерений — 5% от измеряемой величины при $P = 0{,}95$.

Качественная реакция определения сантохина или нифлекса-Д

4 г кормовой муки взбалтывают в колбе в течение 3 мин с 10 см^3 96%-ного этилового спирта и фильтруют. К фильтрату прибавляют 5 капель концентрированной соляной кислоты и 0,5 см^3'2,5%-ного спиртового раствора азотисто кислого натрия. Оставляют стоять 5 мин. Появление бледно-розовой или грязно-розовой окраски указывает на присутствие сантохина или нифлекса-Д.

Приложение 1 к ГОСТ 11254-84 (обязательное)

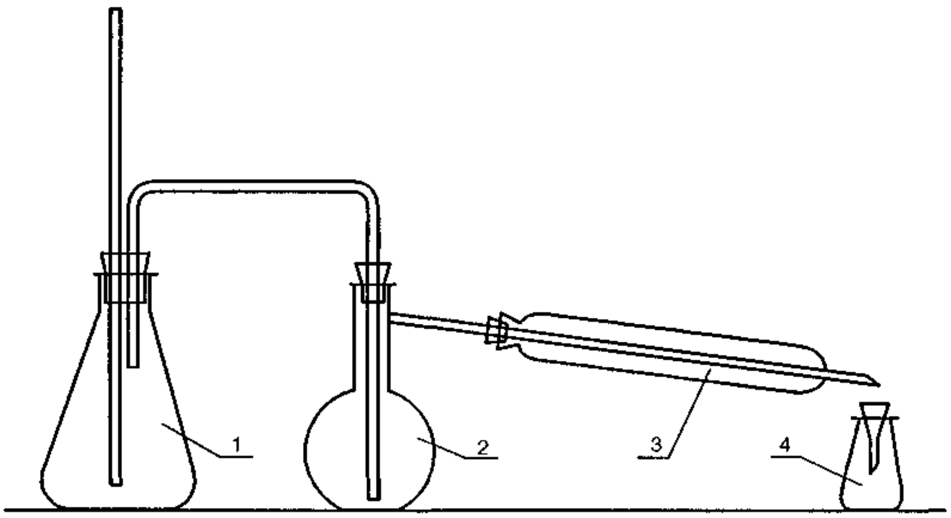
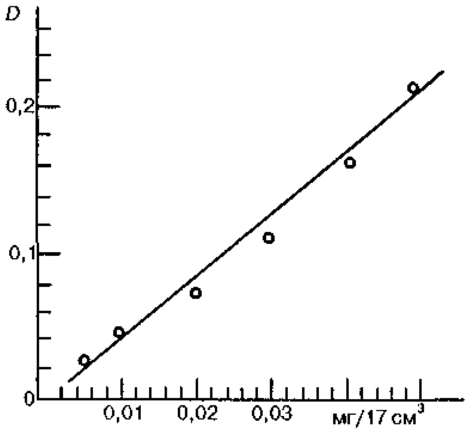


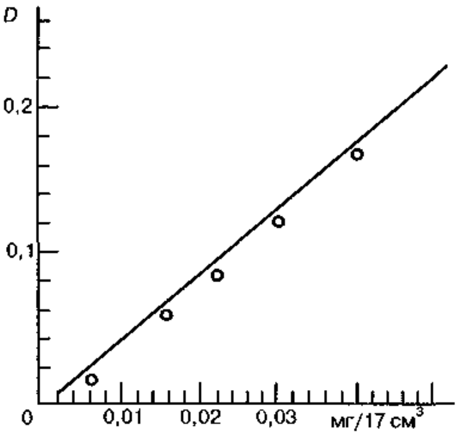
Схема аппарата для отгонки ионола

1 — парообразователь; *2* — колба Вюрца; *3* — холодильник; *4* — приемная колба

Приложение 2 к ГОСТ 11254-84 (обязательное)

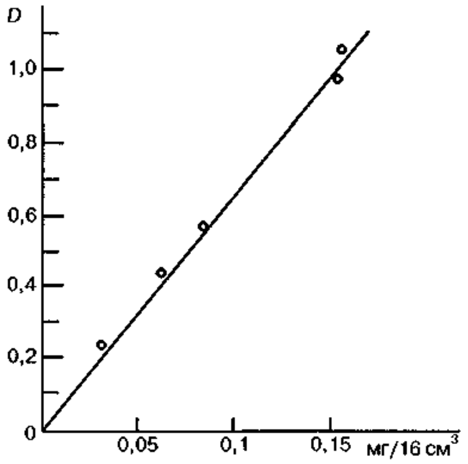


Черт. 1. Градуировочный график для определения бутилокситолуола на спектрофо-

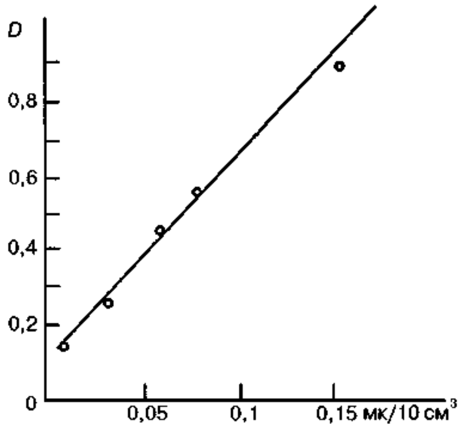


Черт. 2. Градуировочный график для определения бутилокситолуола на фотомет-

Приложение 3 к ГОСТ 11254-84 (обязательное)

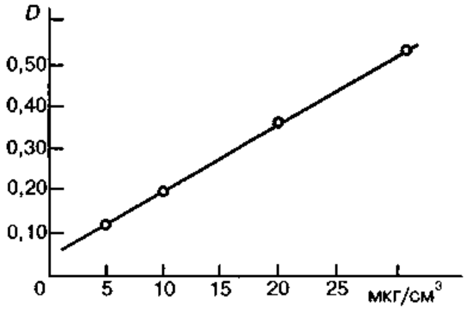


Черт. 1. Градуировочный график для определения бутилоксианизола на спектрофотометре

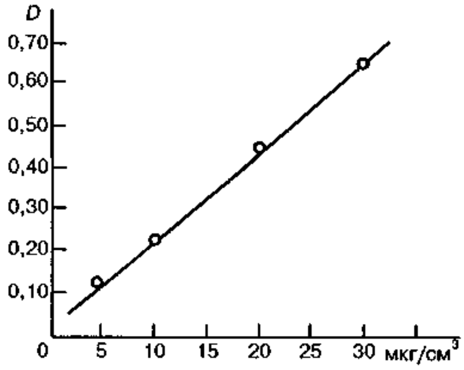


Черт. 2. Градуировочный график для определения бутилоксианизола на фотометре

Приложение 4 к ГОСТ 11254-84 (обязательное)

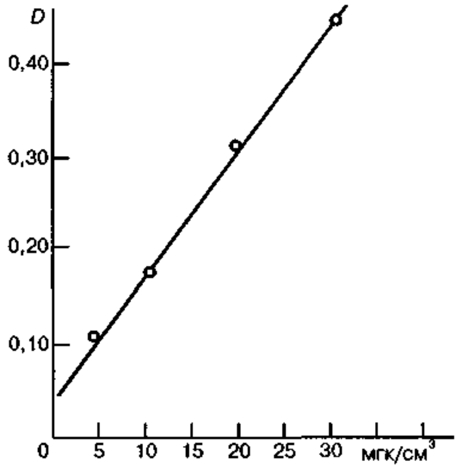


Черт. 1. Градуировочный график для определения нифлекса-Д на спектрофотометре

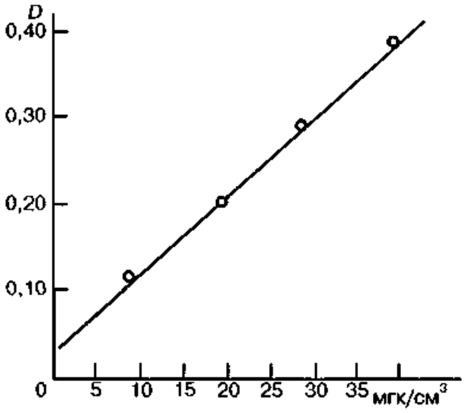


Черт. 2. Градуировочный график для определения сантохина на спектрофотометре

Приложение 5 к ГОСТ 11254-84 (обязательное)



Черт. 1. Градуировочный график для определения содержания нифлекса-Д в кормовой муке при помощи спектрофотометра СФ-4А



Черт. 2. Градуировочный график для определения содержания сантохина в кормовой муке при помощи спектрофотометра СФ-4А

ПРИЛОЖЕНИЕ 18

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СТУДНЯ

Определение прочности желатинового студня на приборе Блума [87]

Метод основан на определении нагрузки, необходимой для продавливания поверхности желатинового студня цилиндрической насадкой диаметром 12,7 мм на глубину 4 мм.

Прочность желатинового студня определяют на приборе Блума (см. рис. П18.1), смонтированном на основании 12, установленном горизонтально по ватерпасу 13 регулировочными винтами 14. Насадка прибора 9 диаметром 12,70 мм изготавливается из эбонита. Нижний край насадки закруглен (*г* = 0,4 мм). Верхняя часть насадки соединена стержнем с чашкой 8 для нагрузки. Чашка вместе с насадкой подвешена на тонкой спиральной пружине 5. Над чашкой установлена емкость 3, из которой при проведении анализа высыпается дробь. Подача дроби регулируется электромагнитным устройством 2, приводимым в действие электроблоком 1, как только глубина вдавливания насадки достигает 4 мм.

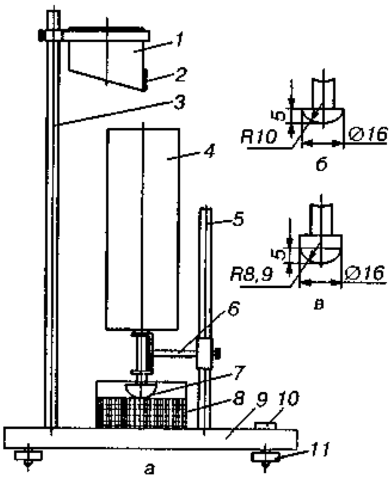


Рис. П18.1. Прибор Валента:

а – общий вид; *б* – насадка для анализа желатина; *в* – насадка для анализа агара, агароида и желирующего крахмала

Для приготовления студня используют специальные стаканы: объемом 150 см^3, высотой 88 мм, наружным (66 мм) и внутренним (59 ± 1 мм) диаметром. Дно стаканов должно быть ровным, наличие выпуклостей не допускается. Для анализа готовят не менее 3 проб.

Проведение анализа.

Желатин с содержанием сухих веществ 85% взвешивают в стаканах для анализа в количестве 15 ± 0,01 г и добавляют 105 ± 0,1 г дистиллированной воды. Если влажность желатина отличается от нормативной, то массу навески корректируют пропорционально отклонению. При этом массу дистиллированной воды изменяют так, чтобы общая масса навески и воды составляла 120 г.

Стаканы закрывают резиновыми пробками, оставляют для набухания при комнатной температуре в течение 2 ± 0,5 ч, после чего помещают в термостат, нагретый до 55 ± 5 °С, и выдерживают в течение 1 ч до полного растворения желатина.

Затем стаканы с раствором желатина помещают в термостат на 16-18 ч при температуре 10±0,1°С. Стаканы следует устанавливать строго в вертикальном положении, так как поверхность раствора должна быть параллельна дну стакана.

По окончании термостатирования проводят определение прочности студня. При помощи регулировочной гайки 4 контактную пластину 6 устанавливают так, чтобы она соприкасалась с верхним контактом. Затем на подвижную платформу 11 устанавливают стакан с испытуемым образцом 10 и, перемещая платформу вверх, достигают соприкосновения поверхности студня в стакане с эбонитовой насадкой.

При включении тумблера электромагнитное устройство открывает заслонку 7, и дробь начинает сыпаться в чашку. С возрастанием нагрузки насадка постепенно вдавливается в студень. При касании контактной пластины нижнего контакта электромагнитное устройство закрывает заслонку, и подача дроби прекращается. Масса высыпавшейся дроби является мерой прочности студня в «Блум-граммах».

За результат принимают среднее арифметическое трех параллельных определений, расхождение между которыми не должно превышать:

Прочность студня, «Блум-грамм»	До 100	От 100 до 300	Более 300
Максимально допустимое отклонение «Блум-грамм»	5–8	5–6	8–10

Определение прочности на приборе Валента (по материалам [87])

Метод основан на определении предельной нагрузки, необходимой для разрушения поверхности студня грибовидной насадкой. Насадка изготавливается из некорродирующего материала точно в соответствии с черетежом, причем поверхность насадки должна быть тщательно отполирована. Образцы студней готовят с различной концентрацией студнеобразователей.

Определение прочности агарового студня

Готовят 200 г студня с концентрацией сухого вещества агара из анфельции 0,85% (1,7 г) или сухого вещества агара из фурцеллярии 1,25% (2,5 г) и сахара — 70%.

Массу навески рассчитывают с учетом массовой доли влаги в испытуемом агаре. Навеску взвешивают с точностью до ±0,001 г, помещают в бюкс вместимостью 250 см^3, добавляют 100 см^3 дистиллированной воды и оставляют в покое на 0,5—2 ч до полного набухания агара. Содержимое бюкса полностью переносят в заранее взвешенную специальную медную или эмалированную кастрюлю в форме усеченного конуса высотой 70 мм, с верхним диаметром 115 мм и нижним диаметром 75 мм и осторожно нагревают при помешивании до полного растворения агара.

Когда весь агар полностью растворится, добавляют 140 г сахара, взвешенного с точностью до ±0,1 г, и продолжают нагревание, доводя всю массу до кипения.

Массу кипятят в течение 2—3 мин, затем взвешивают и продолжают уваривать, периодически взвешивая, пока масса агаро-сахарного сиропа не будет доведена до 200 г. Массу разливают в 5 сухих металлических бюкс 8 (см. рис. П18.2) диаметром 40—45 мм вместимостью по 100 см^3. На бюксах предварительно делают метки, соответствующие объему 30 см^3.

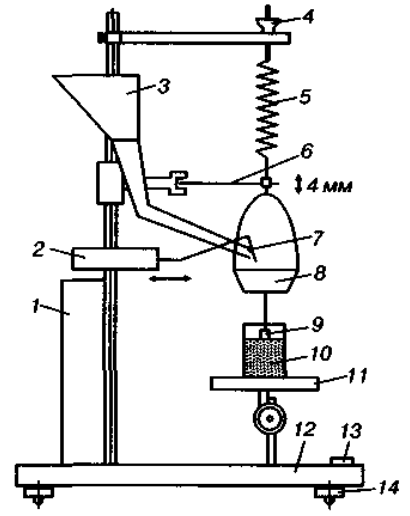


Рис. П18.2. Прибор Блума

Если приготовленный раствор содержит нерастворимые примеси, его фильтруют через воронку с сухой ватой и разливают в сухие стаканы до метки.

Бюксы с горячим раствором помещают на водяную баню температурой 20± 0,5 ^{0}С и выдерживают в течение 1 ч. Бюксы следует устанавливать в строго вертикальном положении, так как поверхность раствора должна быть параллельна дну стакана. Уровень воды должен быть немного выше уровня

раствора в стаканах. Затем бюкс 8 *с* образовавшимся студнем ставят на основание прибора Валента. Основание прибора 9 предварительно устанавливают в горизонтальном положении при помощи регулирующих винтов 11 *по* ватерпасу 10. На поверхность студня в бюксе осторожно опускают грибовидную насадку 7, помещенную в направляющей 6, закрепленной на стойке 5 штатива.

В стакан 4 медленно насыпают сухой промытый и прокаленный песок из емкости 1, укрепленной на стойке 3, до тех пор, пока насадка, надавливая на студень, не прорвет его. Песок следует подавать со скоростью 10-12 г/с, которую подбирают опытным путем. Для этого в стакан в течение 1 мин насыпают песок с принятой скоростью, определяют массу песка и рассчитывают скорость подачи. Если скорость нарастания нагрузки отличается от рекомендуемой, то проверку повторяют, соответственно изменив скорость подачи песка задвижкой 2. Вместо песка также можно использовать воду, скорость истечения воды регулируется краном.

Прочность студня выражают в граммах. Для вычисления значения прочности испытуемого образца студня берут суммарную массу всей нагрузки: песка, стакана и стержня с грибовидной насадкой. За результат принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений, расхождение между которыми не должно превышать 10%.

Определение прочности желатинового студня

Готовят 150 г студня с концентрацией сухого вещества желатина 10%.

Массу навески рассчитывают с учётом массовой доли влаги в испытуемом желатине. Навеску, взвешенную с точностью до ±0,01 г, помещают в колбу, приливают расчетное количество дистиллированной воды, аккуратно перемешивают, накрывают часовым стеклом и оставляют для набухания при комнатной температуре в течение 1,5 + 0,5 ч, а для желатина, выработанного кислотным способом, 2 ± 0,5 ч. Во время набухания желатин периодически перемешивают.

Колбу с набухшим желатином помещают в термостат, нагретый до 55 ± 5 °С, и, осторожно перемешивая, желатин растворяют в течение 30—40 мин. Затем колбу вынимают из термостата, раствор фильтруют через 3-4 слоя марли и охлаждают до 41-43 ^{0}С. Концентрацию раствора проверяют по рефрактометру и при необходимости разбавляют водой.

50 см^3 раствора желатина наливают в металлический бюкс, установленный в вертикальном положении, накрывают часовым стеклом, охлаждают при комнатной температуре до застудневания, после чего выдерживают в камере холодильной установки при температуре 8 ± 1 °С в течение 18ч. Затем бюкс со студнем помещают на 2 ч на водяную баню при температуре воды 15,0 + 0,5 °С (при необходимости с добавлением льда) и сразу проводят определение на приборе Валента.

За результат принимают среднее арифметическое значение 2 параллельных определений, расхождение между которыми не должно превышать 5 %.

ПРИЛОЖЕНИЕ 19

ГОСТ 29299-92. МЯСО И МЯСНЫЕ ПРОДУКТЫ. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИТРИТА

Группа Н19

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

МЯСО И МЯСНЫЕ ПРОДУКТЫ

Метод определения 29299—92

Meat and meat products. Determination of nitrite content

(ИСО2918—75)

МКС 67.120.10 ОКСТУ 9209 Дата введения 01.01.94

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт устанавливает метод определения массовой доли нитрита в мясе и мясных продуктах.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 1770-74 «Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия».

ГОСТ 9792-73 «Колбасные изделия и продукты из свинины, баранины, говядины и мяса других видов убойных животных и птиц. Правила приемки и методы отбора проб».

ГОСТ 29169-91 (ИСО 648-77) «Посуда лабораторная стеклянная. Пипетки с одной отметкой».

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Массовая доля нитрита в мясе и мясных продуктах — массовая доля нитрита, определенная в соответствии с методикой, установленной в данном стандарте, выраженная в миллиграммах нитрита натрия на килограмм (в частях на миллион).

4. СУЩНОСТЬ МЕТОДА

Экстрагирование пробы горячей водой, осаждение белков и фильтрование. Получение красной окраски в присутствии нитрита путем добавления к фильтрату аминобензола сульфамида и ^-Ьнафтилэтилендиамина дигидрохлорида и фотометрическое измерение при длине волны 538 нм.

5. РЕАКТИВЫ

Все реактивы должны быть аналитическими. Вода должна быть дистиллированной или иметь эквивалентную чистоту.

5.1. Раствор для осаждения белков

5.1.1 Реактив I

Растворяют в воде 106 г железосинеродистого калия [$К_4Ре(СМ)_6$-$3Н_2О$] и разбавляют до 1000 $см^3$.

5.1.2. Реактив II

Растворяют в воде 220 г уксуснокислого цинка [$2п(СН_3СОО)_2$-$2Н_2О$] и 30 $см^3$ ледяной уксусной кислоты и разбавляют до 1000 $см^3$.

5.1.3. Бура, насыщенный раствор

Растворяют 50 г тетраборнокислого натрия ($Ка_2В_4О_710Н_2О$) в 1000 $см^3$ тепловатой воды и охлаждают до комнатной температуры.

5.2. Нитрит натрия, эталонные растворы

Растворяют в воде 1,000 г нитрита натрия ($КаМО_2$) и разбавляют до 100 $см^3$ в

мерной колбе с одной меткой. С помощью пипетки наливают 5 см^3 раствора в мерную колбу вместимостью 1000 см^3 и разбавляют до метки.

Готовят серию эталонных растворов, наливая с помощью пипетки 5, 10 и 20 см^3 полученного раствора в мерные колбы вместимостью 100 см^3 и доливая водой до метки. Полученные эталонные растворы содержат соответственно 2,5; 5,0 и 10,0 мкг нитрита натрия на 1 см^3.

Эталонные растворы и разбавленный (0,05 г/дм^3) раствор нитрита натрия, из которого их получают, следует готовить в день проведения анализа.

5.3. Растворы для получения окраски

5.3.1. Раствор I

Растворяют, подогревая на водяной бане, 2 г аминобензола сульфамида ($МН_2С_6Н_45О_2МН_2$) в 800 см^3 воды. Охлаждают, при необходимости фильтруют и добавляют, помешивая, 100 см^3 концентрированной соляной кислоты ($р_{20}$ 1,19 г/см^3), затем доливают водой до 1000 см^3.

5.3.2. Раствор II

Растворяют в воде 0,25 г Л^-1-нафтилэтилендиамина дигидрохлорида ($С_{10}Н_7КНСН_2СН_2КН_22НС1$), доливают водой до 250 см^3. Полученный раствор хранят в холодильнике, в хорошо укупоренной бутыли из коричневого стекла не более недели.

5.3.3. Раствор III

Разбавляют 445 см^3 концентрированной соляной кислоты ($р_{2(1}$1,19 г/см^3) водой до 1000 см^3.

6. ОБОРУДОВАНИЕ

Обычное лабораторное оборудование, а также:

6.1. Механическая мясорубка лабораторного типа с перфорированной пластиной, диаметр отверстий которой не превышает 4 мм.

6.2. Аналитические весы.

6.3. Мерные колбы с одной меткой вместимостью 100,200 и 1000 см^3 в соответствии с ГОСТ 1770.

6.4. Пипетки с одной меткой вместимостью 10 см^3, при необходимости с другой вместимостью — в зависимости от аликвотной части фильтрата (п. 8.4.1), соответствующие требованиям ГОСТ 29169.

6.5. Кипящая водяная баня.

6.6. Фотоэлектрический колориметр или спектрофотометр с камерами, имеющими оптическую длину 1 см.

6.7. Гофрированная фильтровальная бумага диаметром около 15 см, не содержащая нитрита.

6.8. Коническая колба вместимостью 300 см^3.

7. ПРОБА

7.1. Используют показательную пробу массой не менее 200 г (см. ГОСТ 9792).

7.2. Пробу для анализа готовят сразу (п. 8.1) или, если это невозможно, хранят пробу при температуре от 0 до 5 °С в течение не более 4 сут.

8. ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА

8.1. Приготовление пробы для анализа

Пропускают пробу через мясорубку (п. 6.1) не менее двух раз и перемешивают. Хранят в герметичном, целиком заполненном сосуде в охлажденном состоянии.

Анализ проводят не позднее чем через 24 ч после приготовления пробы.

Примечание: продукты, не подвергавшиеся кулинарной обработке, испытывают сразу же после измельчения.

8.2. Образец для анализа

Взвешивают 10 г пробы с точностью до 0,001 г.

8.3. Освобождение от белков

8.3.1. Образец для анализа помещают в коническую колбу (п. 6.8) и добавляют последовательно 5 $см^3$ насыщенного раствора буры (п. 5.1.3) и 100 $см^3$ воды при температуре не ниже 70 °С.

8.3.2. Нагревают колбу на кипящей бане (п. 6.5) в течение 15 мин, периодически встряхивая.

8.3.3. Дают колбе с содержимым остыть до комнатной температуры и добавляют последовательно 2 $см^3$ реактива I (п. 5.1.1) и 2 $см^3$ реактива II (п. 5.1.2), тщательно перемешивая после каждого добавления.

8.3.4. Переливают содержимое в мерную колбу вместимостью 200 $см^3$ (п. 6.3), доливают водой до метки и перемешивают. Содержимое колбы выдерживают в течение 30 мин при комнатной температуре.

8.3.5. Осторожно сливают верхний слой жидкости и фильтруют его через гофрированную фильтровальную бумагу (п. 6.7), получая прозрачный раствор.

8.4. Колориметрическое измерение

8.4.1. Пипеткой переносят часть фильтрата (V, $см^3$), но не более 25 $см^3$, в мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ (п. 6.3) и доливают водой до 60 $см^3$.

8.4.2. Добавляют 10 $см^3$ раствора I (п. 5.3.1), затем 6 $см^3$ раствора III (п. 5.3.3), перемешивают и оставляют на 5 мин в темноте при комнатной температуре.

8.4.3. Добавляют 2 $см^3$ раствора II (п. 5.3.2), перемешивают и оставляют на 3-10 мин в темноте при комнатной температуре. Затем разбавляют водой до метки.

8.4.4. Измеряют показатель спектрального поглощения раствора на фотоэлектрическом колориметре или спектрофотометре (п. 6.6) при длине волны около 538 нм.

Примечание: если показатель спектрального поглощения окрашенного раствора, полученного из образца для анализа, превышает соответствующий показатель для эталонного раствора с максимальной концентрацией, повторяют все действия, указанные в п. 8.4, уменьшив количество фильтрата, взятого в п. 8.4.1.

8.5. Количество определений

Проводят два независимых определения на двух отдельных образцах, взятых из одной пробы для анализа.

8.6. Калибровочная кривая

8.6.1. С помощью пипетки наливают в четыре мерные колбы (п. 6.3) вместимостью 100 $см^3$ 10 $см^3$ воды и 10 $см^3$ каждого из трех эталонных растворов нитрита натрия (п. 5.2), содержащих 2,5; 5,0 и 10,0 мкг нитрита на 1

см^3.

8.6.2. Вычерчивают калибровочную кривую, нанося на график полученные показатели спектрального поглощения против показателей концентрации эталонных растворов в микрограммах на 1 см^3.

9. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ 9.1 . Подсчет результатов

Содержание нитрита в пробе, выраженное в миллиграммах нитрита натрия на килограмм, вычисляют по формуле:

где *m* — масса образца, г; V— объем части фильтрата (см. п. 8.4.1), взятой для фотометрического определения, см^3; *С* — концентрация нитрита натрия в мкг/см^3, определенная по калибровочной кривой и соответствующая показателю спектрального поглощения раствора, полученного из образца (см. п. 8.4.4). За результат анализа принимают среднеарифметическое значение результатов двух определений, при условии соблюдения требования к воспроизводимости (см. п. 9.2). Результат выражают с точностью до 1 мг на килограмм продукта.

9.2. Воспроизводимость результатов

Разница между результатами двух определений, проводимых одновременно или в близкой последовательности одним и тем же лицом, может составлять не более 10% от среднего результата.

10. ПРОТОКОЛ АНАЛИЗА

В протоколе анализа указывают использованный метод и полученные результаты, все действия, не предусмотренные данным стандартом или рассматриваемые как дополнительные, а также любые обстоятельства, которые могли бы повлиять на результат.

В протокол должны быть также включены все сведения, необходимые для полной идентификации пробы.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. Разработан и внесен Всесоюзным научно-исследовательским и конструкторским институтом мясной промышленности.

2. Утвержден и введен в действие Постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 10.02.92 № 128.

Настоящий стандарт подготовлен методом прямого применения международного стандарта ИСО 2918-75 «Мясо и мясные продукты. Определение содержания нитрита (арбитражный метод)».

ПРИЛОЖЕНИЕ 20

ГОСТ Р 51197-98. МЯСО И МЯСНЫЕ ПРОДУКТЫ. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛЮКОНО-6-ЛАКТОНА

ГОСТ Р 51197-98 (ИСО 4133-79)

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МЯСО И МЯСНЫЕ ПРОДУКТЫ

Метод определения глюконо-δ-лактона

Meat and meat products. Method for determination of glucono-δ-lactone content

Дата введения 2000-01-01

1. Область применения

Настоящий стандарт распространяется на мясо и мясные продукты и устанавливает метод определения глюконо-лактона.

2. Нормативные ссылки

ГОСТ 9793-74 «Продукты мясные. Методы определения влаги». ГОСТ Р 51447-99 (ИСО 3100-1-91) «Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб».

3. Определение

Массовая доля глюконо-δ-лактона — массовая доля глюконо-δ-лактона, определенная в соответствии с настоящим стандартом и выраженная в процентах.

4. Сущность метода

Глюконо-δ-лактон экстрагируют из пробы продукта, взятой на испытание, ледяным раствором хлорной кислоты. Смесь центрифугируют, фильтруют, затем проводят гидролиз глюконо-δ-лактона, содержащегося в фильтрате, гидроксида калия с образованием глюконата.

Преобразуют глюконат в δ-фосфоглюконат в ходе реакции с аденозин-δ-три-фосфатом (АТФ) в присутствии глюконаткиназы (ГК):

Восстанавливают 6-фосфоглюконатом эквивалентное количество никотинамидадениндинуклеотидфосфата (НАДФ) в присутствии δ-фосфоглюконатдегидро-геназы (δ-ФГДГ):

Измеряют массовую долю образовавшейся восстановленной формы никотинамидадениндинуклеотидфосфата (НАДФН) на спектрофотометре при длине волны 365 нм.

5. Реактивы

Все реактивы должны быть аналитического качества (не ниже х.ч.)- Все растворы, кроме растворов неорганических соединений (п. 5.1 и 5.2), должны храниться в закрытой посуде из темного стекла, тщательно вымытой и пропаренной или стерилизованной.

Вода, используемая для приготовления растворов ферментов, должна быть деминерализованной или бидистиллированной, полученной в стеклянном дистилляторе.

Вода, используемая для приготовления растворов химических реагентов и подготовки проб, должна быть дистиллированной или деминерализованной.

Примечание: однократно дистиллированная вода может содержать ионы

металлов, которые снижают активность ферментов, а деминерализованная вода может содержать микроорганизмы, увеличивающие неспецифическую фоновую ферментативную активность и искажающие результаты анализа.

Препарат НАДФ должен содержать не менее 90% основного вещества.

Допускается использовать имеющиеся в продаже готовые наборы реактивов при условии соответствия их качества требованиям настоящего стандарта.

5.1. Раствор хлорной кислоты с ($HCLO_4$) = 0,4 моль/дм^3

17,3 см^3 раствора хлорной кислоты массовой доли 70% и плотности 1,67 г/см^3 помещают в мерную колбу вместимостью 500 см^3 и доводят объем раствора до метки водой.

Примечание: при использовании хлорной кислоты меньшей массовой доли проводят перерасчет объема кислоты, используемого для осаждения белков.

5.2. Раствор гидроксида калия с (КОН) = 2 моль/дм^3

Растворяют 56,1 г гидроксида калия в воде, доводят объем раствора до 500 см^3.

5.3. Буферный раствор активной кислотности 8,0 рН

Растворяют 2,64 г глицилглицина ($C_4H_8N_2O_3$) и 0,284 г хлорида магния гекса-гидрата ($MgCL_2$ $6H_2O$) в 150 см^3 воды. Устанавливают активную кислотность раствора 8,0 рН при 20 °С раствором гидроксида калия (п. 5.2), используя для измерений рН-метр. Доводят объем раствора до 200 см^3.

Раствор устойчив не менее 1 мес. при температуре 4 °С.

5.4. Раствор НАДФ

Растворяют 50 мг динатриевой соли никотинамидадениндинуклеотидфосфор-ной кислоты (НАДФ-Na_2) в 5,0 см^3 воды.

Раствор устойчив не менее 1 мес. при температуре 4 ^{0}С.

5.5. Раствор аденозин-5-трифосфата (АТФ)

Растворяют 250 мг динатриевой соли аденозин-δ-трифосфорной кислоты (АТФ-Na_2) и 250 мг гидрокарбоната натрия ($NaHCO_3$) в 5,0 см^3 воды. Раствор устойчив не менее 1 мес. при температуре 4 ^{0}С.

5.6. Суспензия δ-ФГДГ

Используют поставляемую в готовом виде суспензию δ-фосфоглюконатдегид-рогеназы из дрожжей, содержащую δ-ФГДГ концентрации 2,0 мг/см^3 и удельной активности не менее 220 Е/см^3, а также глюконаткиназу и НАДФН-оксидазу массовых долей не более 0,05% каждой.

Суспензия устойчива не менее 6 мес. при температуре 4 °С.

5.7. Суспензия ГК

Используют поставляемую в готовом виде суспензию глюконаткиназы из *Е*. сой, содержащую ГК концентрации 1,0 мг/см^3 и удельной активности не менее 26 Е/см^3 и НАДФН массовой доли не более 0,05%.

Суспензия устойчива не менее 6 мес. при температуре 4 °С.

6. Средства контроля и вспомогательные устройства

Обычная лабораторная аппаратура, а также указанная в 6.1-6.11.

6.1. Мясорубка механическая лабораторная, снабженная перфорированной пластинкой с отверстиями диаметром не более 4 мм.

6.2. Миксер лабораторный.

6.3. Центрифуга лабораторная с пробирками номинальной вместимостью 50 или 100 см^3.

6.4. Мономер или pH-метр диапазоном измерений 1-14 pH и допускаемой погрешностью ±0,05 pH.

6.5. Колбы мерные вместимостью 100, 200 и 250 см^3 и допускаемой относительной погрешностью ±0,2%.

6.7. Дозаторы пипеточные объемами доз 25 и 100 см^3 и относительной погрешностью дозирования ±1%.

6.8. Пипетки градуированные вместимостью 0,01; 0,05; 0,1; 0,5 и 2,5 см^3 и допускаемой относительной погрешностью ±1%.

6.9. Шпатели пластиковые или палочки стеклянные для перемешивания содержимого кюветы при проведении фотометрических измерений.

6.10. Спектрофотометр (фотометр) со следующими техническими характеристиками: спектральный интервал — не более 10 нм; интервал измерений оптической плотности — от 0,000 до 2,000; погрешность установки длины волны — ±3 нм; среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности измерений — не более 0,15%.

6.11. Кюветы фотометрические с толщиной поглощающего слоя 10 мм.

6.12. Весы лабораторные общего назначения с наибольшим пределом взвешивания 200 г и допускаемой погрешностью ±0,001 г.

7. Порядок подготовки к проведению измерения

7.1. Отбор проб - по ГОСТ Р 51447.

7.2. Пробу массой не менее 200 г, полученную из репрезентативной выборки, хранят в условиях, предотвращающих порчу и изменение состава.

8. Порядок проведения измерений

8.1. Подготовка пробы к проведению измерений

Образец пробы гомогенизируют, дважды пропуская через мясорубку (п. 6.1) и тщательно перемешивают.

Образец хранят не более 24 ч в заполненном доверху, герметически закрытом контейнере таким образом, чтобы предотвратить порчу или изменение состава.

8.2. Навеска для проведения анализа

Взвешивают приблизительно 50 г исследуемого образца с точностью до 10 мг и помещают навеску образца в лабораторный миксер (п. 6.2).

8.3. Приготовление экстракта

8.3.1. К навеске образца в лабораторном миксере добавляют 100 см^3 охлажденного льдом раствора хлорной кислоты (п. 5.1) и гомогенизируют.

8.3.2. Часть гомогенизата помещают в центрифужную пробирку и центрифугируют 10 мин при угловой скорости 3000 мин$^{-1}$, затем, осторожно отодвинув слой жира, отфильтровывают супернатант через гофрированный бумажный фильтр (п. 6.5) в коническую колбу вместимостью 200 см^3. Первые 10 см^3 фильтрата выбрасывают.

8.3.3. 50 см^3 подготовленного раствора, который может быть слегка мутным,

переносят в стаканчик вместимостью 100 $см^3$ и доводят активную кислотность раствора до 10 pH раствором гидроксида калия (п. 5.2).

8.3.4. Количественно переносят содержимое стаканчика в мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ и доводят объем раствора до метки водой.

8.3.5. Раствор охлаждают в ледяной бане 20 мин и фильтруют через гофрированный бумажный фильтр (п. 6.5), отбросив первые 10 $см^3$ фильтрата.

8.3.6. 25 $см^3$ фильтрата переносят в мерную колбу вместимостью 250 $см^3$ и доводят объем фильтрата до метки водой.

Примечание: объем фильтрата может быть иным. Его выбирают так, чтобы концентрация D-(+)-глюконата была приблизительно 0,40 $г/дм^3$.

8.4. Определение

8.4.1. Для проведения ферментативной реакции берут две фотометрические кюветы (п. 6.11), в каждую из которых пипеточным дозатором (п. 6.5) добавляют:

- 2,50 $см^3$ буферного раствора (п. 5.3);
- 0,10 $см^3$ раствора НАДФ (п. 5.4); 0,10 $см^3$ раствора АТФ (п. 5.5).

Затем в одну кювету вносят 0,20 $см^3$ экстракта (п. 8.3.6), получая исследуемый раствор, а во вторую — 0,20 $см^3$ воды, получая контрольный раствор.

В каждую кювету вносят по 0,05 $см^3$ суспензии 6-ФГДГ (п. 5.6) и тщательно перемешивают содержимое пластиковыми шпателями или стеклянными палочками (п. 6.9).

Содержимое кювет выдерживают 5 мин при комнатной температуре, после чего измеряют оптические плотности относительно воздуха при длине волны 365 нм: *Л*, — оптическая плотность исследуемого раствора, $A_{1к}$ — оптическая плотность контрольного раствора.

8.4.2. В обе кюветы вносят по 0,01 $см^3$ суспензии ГК (п. 5.7), содержимое кювет перемешивают пластиковыми шпателями или стеклянными палочками (п. 6.9).

Растворы выдерживают от 10 до 15 мин при комнатной температуре. Затем измеряют оптические плотности, повторяя измерения каждые 2 мин до достижения постоянных значений.

Строят графики зависимости оптических плотностей растворов от времени и экстраполируют их на момент внесения фермента ГК (Приложение А).

Получают экстраполированные значения оптических плотностей исследуемого ($Л_2$) и контрольного ($Л_{2к}$) растворов.

8.4.3. Выполняют два параллельных определения в двух пробах из одного и того же образца (п. 8.1).

9. Правила обработки результатов измерений

9.1. Метод расчета

Массовую долю глюконо-δ-лактона в пробе X, %, вычисляют по формуле:

где АЛ = ($Л_2$ –$Л_1$) - ($Л_{2к}$ - $Л_{1к}$); 196,1 — молярная масса D - (+)-глюконовой

кислоты; *M* — массовая доля влаги в пробе, определенная в соответствии с ГОСТ 9793; *m* — масса навески (п. 8.2), г; k — микромолярный коэффициент оптической плотности НАДФН (k = 3,5 $см^2$/мкмоль при длине волны 365 нм и k = 6,23 $см^2$/мкмоль при длине волны 340 нм); V — объем фильтрата, взятый на определение (п. 8.3.6), $см^3$.

За результат измерений принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений при условии выполнения п. 9.2. Результат определяют с точностью 0,01%.

9.2. Сходимость

Относительное расхождение результатов двух параллельных определений, выполненных в одной лаборатории, не должно превышать 10 % среднеарифметического значения.

10. ПРИМЕЧАНИЯ ПО МЕТОДИКЕ

10.1. Измерение может быть проведено также при длине волны 340 нм.

10.2. Неорганические соли (ионы фосфата, натрия, калия и аммония) могут замедлять ферментативную реакцию. В таких случаях увеличивают количество фермента. Практика показывает, что при анализе мясных продуктов, содержащих фосфаты, нет необходимости увеличивать количество добавляемого фермента.

10.3 Стабильность готовых суспензий ферментов, как правило, гарантируется производителем в течение гарантийного срока хранения, указанного на этикетке.

Препараты ферментов и буферный раствор должны храниться в холодильнике. Кроме того, растворы ферментов необходимо держать на лабораторном столе в охлажденном состоянии, для чего их помещают в перфорированную металлическую емкость, охлаждаемую льдом.

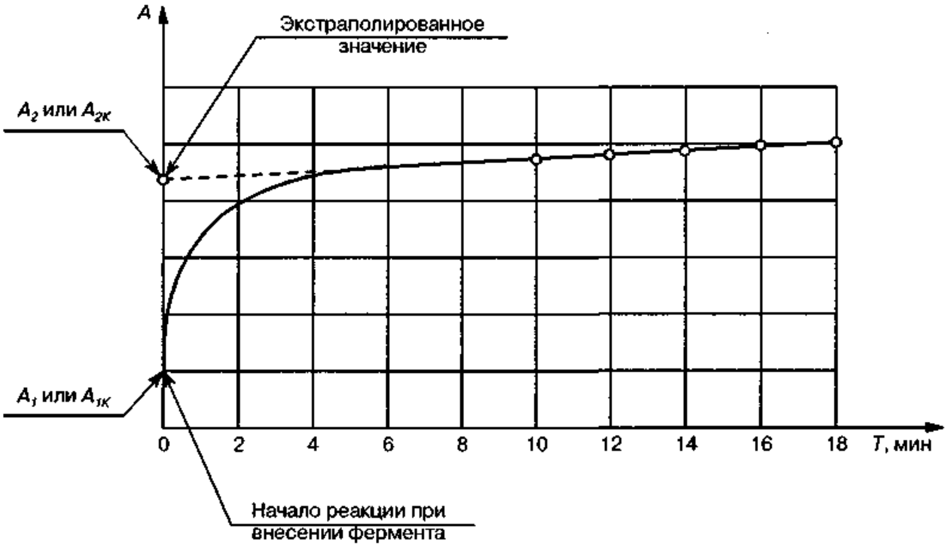
11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

В отчете об испытании должны быть указаны:

- используемый метод;
- полученные результаты;
- любые условия проведения испытаний, не установленные данным стандартом и касающиеся подробностей, которые могут повлиять на конечный результат.

В отчете должны быть все данные, необходимые для полной идентификации пробы.

Приложение А к ГОСТ 51197-98



Графики зависимости оптических плотностей растворов от времени

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа.
2. ГОСТ 7699-78. Крахмал картофельный. Технические условия.
3. ГОСТ 11254-85. Жиры животные топленые и мука кормовая животного происхождения. Методы определения антиокислителей.
4. ГОСТ 16131-86. Колбасы сырокопченые. Технические условия.
5. ГОСТ 18173-2004. Икра лососевая зернистая баночная. Технические условия.
6. ГОСТ 18236-85. Продукты из свинины вареные. Технические условия.
7. ГОСТ Р 51985-2002. Крахмал кукурузный. Общие технические условия.
8. ГОСТ Р 52060-2003. Патока крахмальная. Общие технические условия.
9. ГОСТ Р 52177-2003. Ароматизаторы пищевые. Общие технические условия.
10. ГОСТ Р 52196-2003. Изделия колбасные вареные. Технические условия.
11. ГОСТ Р 52464-2005. Добавки вкусоароматические и пищевые ароматизаторы. Термины и определения.
12. ГОСТ Р 52499-2005. Добавки пищевые. Термины и определения.
13. *Апраксина С. К. Ингредиенты на «Агропродмаш-*2006» // *Мясные технологии* —2006.-*№*11.-*С.*28-31.
14. Архипова А. Н. Натуральные пищевые красители для мясной и молочной индустрии. // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. —2001.— № 1.
15. Базарнова Ю. Г., Эсаулов С. В. Потеря качества и потребительская оценка пельменей при хранении. // Мясная индустрия. —2006 — № 5. — С. 30-33.
16. Баймишев Р. X., Трифонов М. В., Шаболдина О. Л., Кудряшов Л. С. Влияние нитрита натрия на качество и безопасность вареных колбас // Отраслевые ведомости. Мясные технологии. —2003. — №10. — С. 8-9.
17. Бакланов А. А. Дрожжевые экстракты В5М. Новые тенденции и мировой опыт // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. —2006. — № 2. — С. 60-61.
18. Бакланов А. А. Формирование «Пирамиды вкуса» с использованием дрожжевых экстрактов // Пищевая промышленность. — 2006. — № 3. — С. 52-53.
19. Бакланов А. А. Формирование «Пирамиды вкуса» с использованием дрожжевых экстрактов. Базовый вкусовой белок // Пищевая промышленность. — 2006. - № 6. - С. 60.
20. Бакланов А. А. Формирование «Пирамиды вкуса» с использованием дрожжевых экстрактов. Профильный вкусовой белок // Пищевая промышленность. —2006. - № 9. - С. 62-63.
21. Березовская Н. Применение каррагинанов в технологии формованных изделий на основе рыбного фарша / В сб. «Результаты исследований по повышению качества пищевой продукции». — 2000.С 76-80.

22. Беркетова Л. В. Разработка технологии получения водорастворимых форм бетакаротина и применение их в пищевой промышленности: дисс. канд. техн. наук. - М., 1997.
23. Болотов В. М., Нечаев А. П. Пищевые красители // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. - 2001 - № 1. - С. 4-11.
24. Борисочкина Л. И. Антиокислители, консерванты, стабилизаторы, красители, вкусовые и ароматические вещества в рыбной промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1976.
25. Борисочкина Л. И. Использование жидких хладагентов для замораживания рыбы и морепродуктов. Обзорная информация, сер. 3 «Обработка рыбы и морепродуктов». —1974. -—Вып. 7. - М.: ЦНИИТЭИРХ.
26. Борисочкина Л. И. Использование натурального экстракта розмарина для сохранения качества свежемороженой рыбы // Информационный пакет. Обработка рыбы и морепродуктов. — 1997. — № 3.
27. Борисочкина Л. И. Исследование влияния некоторых антиокислителей на процесс окисления жира соленой атлантической сельди: автореф. дисс. канд. техн. - М., 1965.
28. Борисочкина Л. И. Пути повышения качества рыбных продуктов. Зарубежный опыт.-М., 1996. -№ 1.
29. Борисочкина Л. И., Гудович А. В. Производство рыбных кулинарных изделий. — М.: Агропромиздат, 1985.
30. Булатов М. А., Копылова Л. Ф. Гуммиарабик — источник здорового питания // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2005. — № 1. — С. 15-17.
31. Быкова В. М. Влияние некоторых добавок к рыбному фаршу на его влагоудерживающую способность // Рыбное хозяйство. — 1970. — № 3. — С. 47-49.
32. Быкова В. М. Факторы, влияющие на влагоудерживающую способность мяса, рыбы и теплокровных животных // Мировое рыболовство. — 1969. — № 11. — С. 65-77.
33. Владимиров А. А. Производство черной зернистой икры (имитированной) на Мурманском рыбокомбинате. // Обработка рыбы и морепродуктов. Информ. пакет. М., 1990. - С. 14-17.
34. Воскобойников В. А., Типисева И. А. О классификации пищевых волокон // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. —2004. —№ 1. — С. 18-20.
35. Гигиеническая оценка сроков годности пищевых продуктов: методические указания. — М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999.
36. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01. - М.: Минздрав России, 2002.
37. Гигиенические требования по применению пищевых добавок: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1293-03. — М.: Минздрав России, 2003.

38. Голубев В. Н. и др. Пищевые и биологически активные добавки. — М.: Изд. центр «Академия», 2003.
39. Горожанина Е. С., Нохрина Н. В., Крючкова Ю. Г. Экспериментальные подходы к оценке безопасности и качества мясной продукции. // Мясные технологии. — 2006.-№11.-С. 4-6.
40. Гурова Н. В., Сучков В. В., Чулкова Н. А. Использование конжаковой камеди и муки в пищевых технологиях // Пищевая промышленность. — 2005. — № 10. — С. 78-79.
41. Даунхэм Э. Пищевые красители нового тысячелетия // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. —2001. —№ 1. — С. 14-17.
42. Дегтярев П. С., Пикунов А. В., Свергуненко С. Л. Новые данные об антиокси-дантной активности шлемника байкальского // Мясная индустрия. — 2004. — № 5.-С. 51-52.
43. Дик Э., Овсянникова Е. В. Желатин: свойства, особенности, функции // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2006. — № 2. — С. 52-57.
44. Дрожжи торула — ингредиент, придающий продуктам необычайно насыщенный вкус // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2004. — № 2. — С. 70.
45. Евелева В. В. Аспекты синергизма в использовании лактатсодержащих пищевых добавок. // Мат-лы VII Всероссийской научно-практич. конф. «Синергизм пищевых добавок», Санкт-Петербург, 11.04.2006 г. — С. 37-39.
46. Евелева В. В. Получение и применение пищевых добавок на основе молочной кислоты и ее производных // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2007.
- № 1. - С. 58-60.
47. Евелева В. В., Кесоян Г. А. Лактаты — полифункциональные пищевые добавки // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. —2003. —№ 1. — С. 38-40.
48. Ефимов А. Д. Повышение устойчивости фритюрных жиров к окислительным процессам с помощью терпенов и терпеноидов. // Масла и жиры. —2005. — №1.-С.8-9.
49. Жаринов А. И., Юрков С. Г. Технико-технологические аспекты приготовления мясных эмульсий. // Мясная индустрия. — 2006. — № 1. — С. 31—34; № 2. — С. 22-25.
50. Жушман А. И. Производство модифицированных крахмалов в России // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 1999. — № 2. — С. 8.
51. Зонин В. Г. Современное производство колбасных и солено-копченых изделий.
- СПб.: Профессия, 2006.
52. Иванова Н. В., Перлович М. Ю. Комплексный подход к выбору ароматизаторов и красителей // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки — 2003. — № 1. — С. 64-66.
53. Ипатова Л. Г., Кочеткова А. А., Шубина О. Г., Духу Т. А., Левачева М. А. Физиологические и технологические аспекты применения пищевых волокон // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2004. — № 1. — С. 14-17.

54. Исупов В. П. Пищевые добавки и пряности. История, состав и применение. — СПб.: ГИОРД, 2000.
55. Казюлин Г. П., Твабина Д. В., Соловьева Т. А., Бредихина О. В., Титова Л. Н. Производство комбинированных полуфабрикатов // Мясная индустрия. — 2006. - № 2. - С. 19-20.
56. Касьянов Г. И., Мамонтов Ю. Ю., Золотокопова С. В. Антиокислительные свойства коптильного препарата и экстрактов пряностей // Известия вузов. Пищевая технология. — 1996. — № 1-2. — С. 34-36.
57. Кацерикова Н. В., Позняковский В. М. Натуральные пищевые красители. — Новосибирск: ЭКОР, 1999.
58. Клархорст С. Возможности антиоксидантов // Масла и жиры. — 2005. — № 1. — С. 9.
59. Колобов С. В., Жебелева И. А., Криштафович В. И. Исследование цветообразо-вания в мясных продуктах с соевым изолятом // Отраслевые ведомости. Мясные технологии. — 2004. —№ 2. — С. 12.
60. Коновалов К. Л. Использование микрокристаллической целлюлозы в мясопродуктах // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2004. — № 1. — С. 26-27.
61. Коновалов К. Л. Микрокристаллическая целлюлоза в мясопродуктах // Пищевая промышленность. — 2004. — № 5. — С. 24.
62. Коновалов К. Л. Растительные ингредиенты в производстве мясных продуктов // Пищевая промышленность. — 2006. — № 4. — С. 68-69.
63. Косматова Н. В. Дрожжевые экстракты компании «Боррегаард» — решение проблемы качества продуктов // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2004.-№1.-С.80.
64. Косматова Н. В. Дрожжевые экстракты Айз® компании «Боррегаард» — лучший ингредиент для лучшего вкуса // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. - 2007. - № 1. - С. 44.
65. Кочеткова А. А. Пищевые гидроколлоиды: теоретические заметки // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2000. — № 1. — С. 10-11.
66. Кочеткова А. А. Пищевые эмульсии и эмульгаторы: некоторые научные обобщения и практические подробности // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2002, №2.-С. 8-13.
67. Кричман Е. С. Натуральные пищевые красители и их применение в пищевой промышленности // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2001. — № 1. — С. 20-21.
68. Кудрицкая С. Е. Каротиноиды плодов и ягод. — Киев: Высш. шк., 1990.
69. Кудряшов Л. С., Лисицын А. Б., Баймишев Р. Х., Горошко Г. П. Использование нитрита и нитрата натрия при производстве колбасных изделий / Мясная индустрия. - 2004. - № 10. - С. 22-26.
70. Кузнецова Л. С. Перспективный консервант для защиты поверхности пищевых продуктов // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2001. — № 1. — С. 32-35.

71. Кузнецова Л. С., Михеева Н. В. Новое поколение комплексных добавок для антимикробной защиты мясной продукции // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. - 2006. - № 2. - С. 32-33.
72. Кузнецова Л. С., Михеева Н. В. О противоплесневой защите сырокопченых колбас // Мясные технологии. — 2006. — № 11. — С. 57-60.
73. Кузнецова Л. С., Снежко А. Г., Розанцев Э. Г. Новые антимикробные средства для защиты поверхности колбас и мясных продуктов // Мясная индустрия. — 1999. - № 2. - С. 28-30.
74. Курилов Р. И. Разработка технологии ветчинных мясных продуктов из низкосортного сырья с использованием активированного раствора коллагеназы: автореф. на соиск. уч. ст. канд. техн. п. — Ставрополь, 2006.
75. Куркина Е. А., Садовой В. В. Перспективы использования хитозана при производстве мясных продуктов // Мясная индустрия. — 2006. — № 6. — С. 36-38.
76. Кутовая Т. В. Продукты ООО «Зеленые линии» для мясоперерабатывающей отрасли//Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2003. — № 1. — С. 24-25.
77. Кучерук Д. И. Жидкие дымы и оборудование для бездымного копчения // Пищевая промышленность. — 2006. — № 9. — С. 34.
78. Латин Н. Н., Банашек В. М, Дорогокупля Л. А., Стасьева О. Н. CO_2-экстракты в пищевой промышленности // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2003. - № 2. - С. 18.
79. Латин Н. Н., Банашек В. М., Стасьева О. Е. CO_2-экстракт — продукт XXI века // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2003. № 1. — С. 26-28.
80. Латин Н. Н., Стасьева О. Н., Банашек В. М. Вниманию технологов: CO_2-экстракты // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2006. — № 1. — С. 22-23.
81. Лемешек-Ходоровская К. Химические консерванты для пищевых продуктов / Пер. с пол. — М.: Пищевая промышленность, 1969.
82. Лепешков А. Г., Водяник А. Р., Прокофьев В. Н., Кириллов Г. Г. Антиоксидантные свойства сверхкритических экстрактов // Пищевая промышленность. — 2003. — № 12. - С. 56-57.
83. Ливийская С. А., Козлова А. Е. Сверхкритический экстракт чеснока // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2004. — № 1. — С. 58-59.
84. Лукачевский Б. П., Зимин Ю. Б., Куцый И. А. Российский опыт применения немецких фосфатов // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 1999. — № 2. — С. 36-37.
85. Лукачевский Б. П., Куцый И. А., Веретова Т. В. Немецкие фосфаты в пищевой промышленности // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. —2002. — № 2. — С. 56.
86. Лупарев В. В., Платонов К. С., Козлова Г. В. Расширение ассортимента продукции — актуальная задача современного производства // Мясная индустрия. — 2006. - № 6. - С. 33-35.
87. Лурье И. С., Скокан Л. Е., Цитович А. П. Технохимический и микробиологический контроль в кондитерском производстве: Справочник. — М.:

КолосС, 2003.
88. Люк А., Ягер М. Консерванты в пищевой промышленности. 3-е изд./ Пер. с нем. — СПб: ГИОРД, 1998.
89. Лясковская Ю. Н., Крылова Н. Н., Воловинская В. П., Пиульская В. И., Кельман Б. Я. Применение химических консервантов, антиокислителей, стабилизаторов и ионообменных смол в мясной промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1967.
90. Майданов Р. Н., Толкунов С. Н., Бидюк А. Я., Евдокимова О. В., Толкунова Н. Н. Внесение в фарш оптимального количества добавок на бесфосфатной основе // Пищевая промышленность. — 2006. — № 6. — С. 66.
91. Макурина С. В., Румянцева Г. Н. Сравнительная характеристика функционально-технологических свойств пищевых волокон // Мясная индустрия. — 2006. — № 6. - С. 28-29.
92. Марташов Д. П. Пищевые фосфаты и гидроколлоиды компании «Родиа Фуд» (*ЕИосНа РоосГ*) // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. —2000. —№ 2. — С. 49-51.
93. Матейс Г. Аромат и ароматизация пищевых продуктов // Вга§осо Зреаа! КерогС. -2002. - С. 4-27.
94. Матейс Г. Эфирные масла. История и определение // Вга§осо КероП. —2001. — № 1. - С. 25-34.
95. Медведев А. И., Чулкова Н. А., Марташов Д. П., Сучков В. В. Новые каррагина-ны «Лемикс» // Мясная индустрия. —2002. —№ 9. — С. 35-36.
96. Медведев А. И., Чулкова Н. А., Марташов Д. П., Сучков В. В. Новые пищевые добавки для мясоперерабатывающей промышленности «Компании "Милорд"» // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2002. — № 2. — С. 72-73.
97. Мишарина Т. А., Ващук Е. А., Медведева И. Б., Полшков А. Н. Усилители и модификаторы запаха и вкуса // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2000.-№ 1.-С. 44-46.
98. Молин Р., Панек Я., Миахара М. Белковые гидролизаты в пищевых продуктах // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2005. — № 2. — С. 74-76.
99. Мокеев А. Н. Красители из природного сырья для улучшения цвета и качества продуктов питания // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2001. — № 1. — С. 18-19.
100. Надежный партнер во всем мире: Дегусса Текстурант Системе // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2003. — № 2. — С. 30.
101. Нахапетян Л. А. Молочная кислота и ее соли в пищевой промышленности // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. —2002. — № 1. — С. 26-28; № 2. — С. 64-66.
102. Нечаев А. П., Кочеткова А. А., Зайцев А. Н. Пищевые добавки. — М.: Колос, 2001.
103. Нечаев А. П., Кочеткова А. А., Зайцев А. Н. Характеристики и использование крахмалов // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 1999. — № 2. — С. 3-7.
104. Нечаев А. П., Траубенберг С. Е., Кочеткова А. А. и др. Пищевая химия / Под

ред. А. П. Нечаева. - СПб.: ГИОРД, 2001.
105. Новая пищевая добавка «Дилактин-5» // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. - 2006. -№ 2. - С. 4.
106. Новые разработки Ма1юпа1 51агсЬ для панированных и жареных продуктов // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. —1999. — № 2. — С. 12-13.
107. Овчарова Т. П. Применение сорбиновой кислоты в пищевой промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1966.
108. Пискарев А. И., Ковалева А. П. Сравнительная оценка качества рыбы, замороженной в жидком азоте и в воздухе // Холодильная техника. — 1973. — № 12. — С. 29-35.
109. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.1.4.559-96. — М.: Информационно-издательский центр Гос-комсанэпиднадзора России, 1996.
110. Пищевые добавки. Европейская классификация и описание / Под ред. Емец В. Н. - Минск: ВАЭМ. 1998.
111. Потапова Л. М., Кузнецова Т. В. Использование полифосфатов для улучшения качества и повышения выхода рыбной продукции. Обзорная информация, сер. 3 «Обработка рыбы и морепродуктов». — 1975. — Вып. 4. — М.: ЦНИИТЭИРХ.
112. ПотипаеваН. Н., ГуриновичГ. В., Сергеева Л. В. Вареные колбасы с коптильными ароматизаторами напомнят вкус любимых изделий // Мясная индустрия. —
2004. - № 7. - С. 35-36.
113. Потипаева Н. Н., Сергеева Л. В. Бездымное копчение — экологически чистый способ производства мясных изделий // Отраслевые ведомости. Мясные технологии. - 2004. - № 10. - С. 19-20.
114. Продан Е. А., Продан Л. И., Ермоленко Н. Ф. Триполифосфаты и их применение. — Минск: Наука и техника, 1969.
115. Прянишников В. В., Постников А. Г., Лобанова Н. Б., Овсюк Е. Применение ингредиентов фирмы «Могунция» в производстве рыбных продуктов // Рыбная промышленность. — 2004. — № 3. — С. 28-31.
116. Радыгина А. Ф., Абрамова Л. С. Применение пищевых добавок в технологии рыбной продукции // Пищевая промышленность. — 2004. — № 3. — С. 14-17.
117. Рогов И. А., Жаринов А. И. Технология и оборудование мясоконсервного производства. — М.: Колос, 1994.
118. Рогов И. А., Забашта А. Г., Казюлин Г. П. Общая технология мяса и мясопродуктов. - М.: Колос, 2000.
119. Росивал Л., Энгст Р., Соколай А. Посторонние вещества и пищевые добавки в продуктах / Пер. с нем. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982.
120. Рудаков О. Б., Пономарев А. Н., Полянский К. К., Любарь А. В. Жиры. Химический состав и экспертиза качества. — М.: ДеЛипринт, 2005.
121. Русский желатин // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2000. — №

1. — С. 26-27.
122. Сарафанова Л. А. Несколько слов в защиту консервантов // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2000. —№ 1. — С. 47-49.
123. Сарафанова Л. А. Пищевые добавки: Энциклопедия. — 2-е изд., испр. и доп. — СПб.: ГИОРД, 2004.
124. Сарафанова Л. А., Васекина И. В. Синтетические пищевые красители: многообразие форм для удобства использования // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. - 2001. - № 1. - С. 22-23.
125. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок. Технические рекомендации. — 6-е изд. - СПб.: ГИОРД. 2005.
126. Сарда П., Вороненке Ю. А. Гуаровая камедь // Отраслевые ведомости. Масла и жиры. - 2004. - № 3. - С. 10-11.
127. Сборник технологических инструкций и рекомендаций по применению соевых белков и пищевых добавок в мясной промышленности. — СПб.: БИОСТАР, 2003.
128. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. Т 1, 2. — М.: Колос, 1992-1994.
129. Светлов А. Н., Кузнецов С. В. Производство низкокалорийных пищевых продуктов с использованием карбоксиметилцеллюлозы // Переработка молока. — 2005. - № 2. - С. 3-4.
130. Семенова А. А., Лебедева Л. И., Кузнецова Т. Г., Тулубенская С. В. Лактат натрия увеличивает срок хранения полукопченых колбас // Мясная индустрия. — 2006.-№6.-С. 30-31.
131. Семенова А. А., Насонова В. В. Антиокислители нового поколения для мясной промышленности // Мясная индустрия. — 2006. —№ 2. — С. 33-36; № 3. — С. 47-50.
132. Семенова А. А., Цимпаев М., Кривицкая А. Чем красна колбаса? Пищевые красители: «за» и «против» // Сфера. — 2005. — Вып. 20.
133. Сенченко Б. С., Рогов И. А., Забашта А. Г., Бондаренко В. И. Технологический сборник рецептур колбасных изделий и копченостей. Серия «Технологии пищевых производств». — Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2001.
134. Словарь терминов индустрии ароматизаторов и специй // Dragoco Special Report. - 2002.
135. Смирнов Е. В. Технологические ароматизаторы // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. - 2003. - № 2. - С. 36-40.
136. Смирнов Е. В. Еще раз о пищевых красителях // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. - 2001. - № 2. - С. 38-40.
137. Смирнов Е. В. Законодательство в области ароматизаторов за рубежом и в России // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2005. — № 2. — С. 67-72.
138. Смирнов Е. В. Коптильные ароматизаторы // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. - 2006. - № 1. - С. 10-12.
139. Смирнов Е. В. О разработке общего технического регламента по пищевым добавкам: терминология и безопасность применения ароматизаторов и

красителей // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2003. — № 1. — С. 42-47.
140. Советы технологов производителям варено-копченых колбас // Сфера. — 2003. — Вып. 14. - С. 46-48.
141. Справочник по гидроколлоидам / Г. О. Филлипс, П. А. Вильяме (ред.); пер. с англ, под ред. А. А. Кочетковой и Л. А. Сарафановой. — СПб.: ГИОРД, 2006.
142. Справочник по диетологии / Под ред. А. А. Покровского, М. А. Самсонова. — М.: Медицина, 1981.
143. Срок годности пищевых продуктов: расчет и испытание / Под ред. Р. Стеле; пер. с англ. В. Широкова под общ. ред. Ю. Г. Базарновой. — СПб.: Профессия, 2006.
144. Технологическая инструкция по применению посолочных смесей «НИСО» и нитрита натрия для производства мясопродуктов. — М.: Изд-во ВНИИМП, 2005.
145. Титов Е. И., Апраксина С. К., Митасева Л. Ф., Кащенко Р. В. К вопросу о перспективности использования коллагенсодержащего сырья в продуктах питания // Мясные технологии. - 2006. - № 11. - С. 8-12.
146. Толкунов С. Н., Бидюк А. Я., Толкунова Н. Н. Обеспечение приемлемых цветовых характеристик колбасного фарша при низком уровне добавления нитритов // Пищевая промышленность. — 2006. — № 8. — С. 32.
147. Толкунов С. Н., Бидюк А. Я., Толкунова Н. Н. Факторы, влияющие на сроки годности вареных колбасных изделий // Пищевая промышленность. — 2006. — № 1.-С.89.
148. Тютюнников Б. Н. Химия жиров. — М.: Пищевая промышленность, 1966.
149. Уголев А.М. Эволюция пищеварения и принципы эволюции функций. — Л.: Наука, 1975.
150. Фатьянов Е. В., Авылов Ч. К. Сырокопченые и сыровяленые колбасы: роль бактериальных препаратов и углеводов // Отраслевые ведомости. Мясные технологии. - 2004. - № 10. - С. 12-14.
151. Федичкина Н. В. Применение фосфатов при производстве рыбопродукции / В кн.: Голубев В. Н., Кутина О. И. Справочник технолога по обработке рыбы и морепродуктов. - СП6.:ГИОРД, 2003.
152. Фетисов Э. В. Синтетические пищевые красители нового тысячелетия: гранулированная форма// Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2001. — № 2. — С. 45.
153. Ханхалаева И. А., Барнакова Н. К., Хамагаева И. С. Новый бактериальный препарат для колбасных изделий // Мясная индустрия. — 2006. — № 3. — С. 36-37.
154. Харламова О. А., Кафка В. В. Натуральные пищевые красители (качество, ассортимент). — М.: Пищепром, 1979.
155. Чулкова Н. А. Каррагинаны в технологиях мясных и мясорастительных консервов // Отраслевые ведомости. Мясные технологии. — 2004. — № 5. — С. 6-7.
156. Шалак М. В., Шашков М. С., Сидоренко Р. П. Технология переработки

рыбной продукции. — Минск: Дизайн ПРО, 1998.
157. Шатнюк Л. Н., Климантова Е. В. Витаминные смеси и каротиноиды для обогащения и окрашивания пищевых продуктов // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. - 2001. - № 2. - С. 47-50.
158. Шленская Т. В., Бочкарева З. А. Использование продукта экструзионной обработки пшеничных отрубей при производстве мясных рубленых изделий // Пищевая промышленность. — 2006. — № 6. — С. 64-65.
159. Шмулович В. Г. Применение аитиоксидантов в России для стабилизации жиров, пищевых и кормовых продуктов // Вопросы питания. — 1995. — № 12. — С. 42-44.